

**Contribuição dos residentes para a construção de um
modelo de melhoria das condições energéticas em
condomínio: o caso do Condomínio da Colina de São Gonçalo,
Malha 22, na Alta de Lisboa**

[Versão corrigida e melhorada após defesa pública]

Diogo Filipe Coelho Machado

**Dissertação de Mestrado em Urbanismo Sustentável e
Ordenamento do Território**

Março, 2021

Dissertação apresentada para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Urbanismo Sustentável e Ordenamento do Território, realizada sob a orientação científica do Professor Doutor Fernando Ribeiro Martins e coorientação do Professor Doutor José António Tenedório.

[DECLARAÇÃO]

Declaro que esta Dissertação é o resultado da minha investigação pessoal e independente. O seu conteúdo é original e todas as fontes consultadas estão devidamente mencionadas no texto, nas notas e na bibliografia.

O candidato,



Lisboa, 29 de março de 2021

Declaro que esta Dissertação se encontra em condições de ser apreciado pelo júri a designar.

O orientador,

O coorientador,



Lisboa, 29 de março de 2021

AGRADECIMENTOS

Aos Professores Doutores Fernando Ribeiro Martins e José António Tenedório pela ajuda prestada na orientação científica da dissertação e pelas suas reflexões e apreciações críticas imprescindíveis à concretização deste trabalho.

À minha família pelo apoio incondicional.

Contribuição dos residentes para a construção de um modelo de melhoria das condições energéticas em condomínio: o caso do Condomínio da Colina de São Gonçalo, Malha 22, na Alta de Lisboa

Diogo Filipe Coelho Machado

RESUMO

A utilização da energia é essencial para suportar a generalidade das atividades humanas do dia a dia. A procura global de energia tem vindo a aumentar ao longo dos anos e esta tendência tende a manter-se.

O setor doméstico é considerado um dos setores mais consumidores de energia. Neste contexto, é necessário analisar os consumos nas habitações e investir em medidas de eficiência energética que permitam aos consumidores reduzir custos na eletricidade, água e gás e minimizar os impactes ambientais da sua pegada ecológica.

A presente dissertação tem como objetivo identificar quais os principais hábitos dos consumidores de energia nas suas habitações, de modo a conseguir aferir-se a melhor solução para a sua eficiência energética. Para o efeito, foram realizados questionários a residentes do condomínio da Colina de São Gonçalo, Malha 22, na Alta de Lisboa, permitindo obter uma visão do panorama atual de consumos energéticos nos edifícios do condomínio, perceber qual a perceção desta temática e que medidas eficientes já estão adotadas ou estão dispostos a adotar.

A perceção e interesse dos residentes na eficiência energética do condomínio permitiu concluir que o conceito de comunidade de energia renovável, através do autoconsumo coletivo de energia, é a atuação de gestão de condomínio que mais querem ver implementada. A aplicabilidade da legislação em vigor no que respeita ao autoconsumo de energia renovável, agrada à maioria dos residentes, sobretudo para reduzirem os custos da fatura energética.

Os resultados dos questionários permitiram verificar que os hábitos de poupança dos consumidores são mais constantes nas ações relacionadas com a energia, por terem a perceção que os maiores consumos estão associados à iluminação, produção de águas quentes sanitárias e utilização de eletrodomésticos.

Palavras-chave: urbanismo sustentável, eficiência energética, condomínio habitacional, perceção dos residentes

ABSTRACT

The use of energy is essential to support practically all human activities of daily life. The global demand for energy has been increasing over the years and this trend tends to continue.

The domestic sector is considered to be one of the most energy consuming sectors. In this context, it is necessary to analyze consumption in houses and invest in energy efficiency measures that provide consumers with reducing costs in water, electricity and gas and minimizing the environmental impacts of their ecological footprint.

This dissertation aims to identify which are the main habits of energy consumers in their houses, in order to be able to gauge the best solution to improve their energy efficiency. For this purpose, questionnaires were carried out to residents of the condominium of Colina de São Gonçalo, Malha 22, in Alta de Lisboa, allowing to obtain a view of the current panorama of energy consumption in the buildings of the condominium and to understand the perception of this theme and what efficient measures are taken or willing to adopt.

The residents' perception and interest in the energy efficiency of the condominium allowed to conclude that the concept of renewable energy community, through collective self-consumption of energy, is the performance of condominium management that most want to see implemented. The applicability of the legislation in force with regard to self-consumption of renewable energy, pleases most residents, especially to reduce the costs of the energy bill.

The results of the questionnaires made it possible to verify that consumers' saving habits are more constant in actions related to energy, as they perceive that the greatest consumption is associated with lighting, the production of domestic hot water and the use of household appliances.

Keyword: sustainable urbanism, energy efficiency, residential condominium, residents' perception

ÍNDICE

1.	Introdução	11
1.1.	Enquadramento.....	11
1.2.	Objetivos	12
1.3.	Metodologia de trabalho.....	13
1.4.	Estrutura da dissertação.....	15
2.	Evolução das políticas ambientais e energéticas	16
3.	Integração dos princípios de urbanismo sustentável no desenvolvimento das cidades	24
3.1.	Construção e reabilitação sustentável para melhoria da eficiência energética.....	28
3.2.	Características dos edifícios que afetam a sua eficiência energética	29
3.2.1.	Localização do edifício	30
3.2.2.	Orientação, captação solar e sombreamento	31
3.2.3.	Características de construção	32
3.2.4.	Iluminação natural e artificial	33
3.2.5.	Conforto térmico	36
3.2.6.	Ventilação e climatização	36
3.2.7.	Equipamentos.....	38
3.2.8.	Águas quentes sanitárias e águas pluviais.....	42
3.2.9.	Etiquetagem.....	43
3.2.10.	Integração de Energias Renováveis	47
3.3.	Legislação, políticas e apoios criados para o reforço da eficiência energética em edifício.....	48
3.4.	Políticas de incentivo à produção de energia solar fotovoltaica e legislação em vigor	51

4. Comunidades de energia renovável: um modelo a adotar em condomínio no futuro?	52
4.1. Definição de Comunidade de Energia Renovável (CER)	52
4.2. Análise do potencial solar para produção de eletricidade	57
4.3. A utilização da energia solar fotovoltaica como produção de energia	58
5. Estado da eficiência energética em Portugal	63
5.1. Evolução do consumo energético nacional	63
5.2. Análise do consumo energético no setor doméstico	66
6. Caso de estudo: O Condomínio da Colina de São Gonçalo, Malha 22, na Alta de Lisboa	72
6.1. Caracterização territorial da envolvente	72
6.2. Localização e descrição geral	74
6.3. Metodologia de análise da perceção e interesse dos residentes na eficiência energética do condomínio	75
6.3.1. Caracterização dos residentes	76
6.3.2. Caracterização da habitação	78
6.3.3. Perceção dos residentes	83
6.3.4. Gestão do condomínio	89
6.4. Processo participativo e envolvimento dos residentes na melhoria da eficiência energética do condomínio	94
7. Considerações finais	99
Bibliografia	102
LISTA DE FIGURAS	107
ANEXOS	110

LISTA DE ABREVIATURAS

AIA – Avaliação de Impacte Ambiental	FPC – Fundo Português de Carbono
AIE – Agência Internacional de Energia	GEE – Gases com Efeito de Estufa
ADENE – Agência para a Energia	GD – Graus-dias de aquecimento na base de 20°C
AML – Área Metropolitana de Lisboa	GPL – Gás de Petróleo Liquefeito
AQS – Águas Quentes Sanitárias	IDEF – Inquérito às Despesas das Famílias
APA – Agência Portuguesa do Ambiente	IPCC – Painel Intergovernamental sobre Alterações Climáticas
APREN – Associação Portuguesa de Energias Renováveis	IRENA – Agência Internacional de Energia Renovável
AVAC – Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado	LED – <i>Lighting Emmitting Diode</i>
CEE – Comunidade Económica Europeia	Mibel – Mercado Ibérico de Energia Elétrica
CELE – Comércio Europeu de Licenças de Emissão	MIT – <i>Massachusetts Institute of Technology</i>
CER – Comunidade de Energia Renovável	NUTS – Nomenclaturas de Unidades Territoriais
CFBE – Consumo Final Bruto de Energia	OMM – Organização Meteorológica Mundial
COP-21 – 21ª Conferência das Partes	PDM – Plano Diretor Municipal
CO ₂ – Dióxido de Carbono	PORDATA – Base de Dados Portugal Contemporâneo
CPV – <i>Concentrating PV</i>	PNAC – Plano Nacional para as Alterações Climáticas
DGEG – Direção-Geral de Energia e Geologia	PNAEE – Plano Nacional de Ação para a Eficiência Energética
DGT – Direção-Geral do Território	PNAER – Plano Nacional de Ação para as Energias Renováveis
DSSC - <i>Dye-Sensitized Solar Cells</i>	PNEC – Plano Nacional de Energia e Clima
EU – União Europeia	PNPOT – Programa Nacional da Política de Ordenamento do Território
ENDS – Estratégia Nacional de Desenvolvimento Sustentável	PNUMA – Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente
EPREL - Registo Europeu de Produtos para a Etiquetagem Energética	PRI – Plano de Retorno de Investimento
E4 – Eficiência Energética e Energias Endógenas	PUAL – Plano de Urbanização da Alta de Lisboa
FCR – Fundo Comum de Reserva	RESP – Rede Elétrica de Serviço Público
FER – Fontes de Energia Renovável	UPAC - Unidades de Produção de Autoconsumo
FIT – <i>Feed In Tariff</i>	

1. Introdução

1.1. Enquadramento

A energia é um dos pilares da sociedade atual, suportando a generalidade das necessidades humanas (iluminação, comunicação, mobilidade, confeção de alimentos, produção industrial, ...) e, portanto, determinante para o desenvolvimento económico global.

Nas últimas décadas tem-se assistido a uma maior procura de energia. Segundo a Agência Internacional de Energia (AIE), a procura global de energia vai aumentar mais de 25% até 2040 devido ao consumo de petróleo utilizado no setor dos transportes, sobretudo nos aviões, camiões e navios de carga (IEA, 2018).

A Agência indica que o setor energético é responsável por mais de dois terços das emissões globais de gases com efeito de estufa (GEE) e, se esta tendência permanecer, as emissões atuais de CO₂ provavelmente irão duplicar até 2050, levando a que a temperatura média global suba pelo menos 6°C comparativamente ao nível pré-industrial (RNC2050, 2019).

Os sistemas energéticos baseados em combustíveis fósseis acarretam graves problemas ambientais, tais como a depleção de recursos naturais e a poluição, contribuindo para o aumento do aquecimento global e aceleração das alterações climáticas, prejudicando a saúde humana e a economia.

Para mitigar os efeitos das alterações climáticas, têm sido criadas a nível mundial diversas políticas energéticas e ambientais no sentido de se reduzir a poluição em todos os setores de atividade. Uma das principais apostas para a redução de gases com efeito de estufa é a utilização de energia de origem renovável.

O setor doméstico é um dos setores que consome mais energia. Os condomínios residenciais contribuem para o potencial poluidor, devido à quantidade de resíduos produzidos e à utilização de água e de energia tanto no consumo diário das frações dos edifícios, bem como na utilização e na manutenção das suas partes comuns.

Portugal pretende regular, promover e disseminar a produção descentralizada de eletricidade a partir de fontes renováveis de energia. De acordo com as metas nacionais propostas no Plano Nacional de Energia e Clima, para “alcançar uma quota de 47% de energia proveniente

de fontes renováveis no consumo final bruto em 2030, é necessário que no setor elétrico as renováveis contribuam com pelo menos 80% da produção de eletricidade” (Decreto-Lei n.º 162/2019, de 25 de outubro).

O Plano define a eficiência energética como prioridade, enquanto aposta na redução de consumos de energia e no uso eficiente de recursos. O edificado é considerado um dos setores com maior potencial, com especial enfoque na requalificação e renovação de edifícios, e as energias renováveis são vistas como a escolha mais barata de produzir eletricidade e reduzir custos para os consumidores.

Neste âmbito, o governo visa promover o autoconsumo de energia e permitir aos consumidores de eletricidade em relação de vizinhança, o consumo e produção de energia a partir de fontes renováveis e a partilharem, armazenarem e venderem o excedente energético, se assim o pretenderem.

Ao nível governamental é patente a preocupação em garantir, por um lado, uma maior eficiência energética e ambiental e, por outro lado, assegurar que as oportunidades de transição energética como os custos do sistema elétrico nacional, sejam partilhados por todos de forma justa e equitativa.

1.2. Objetivos

Para a elaboração da dissertação adotou-se uma visão holística do urbanismo sustentável que permitisse aplicar os seus princípios ao tema em questão.

Durante o mestrado, destacou-se que se deve refazer a cidade de um modo inteligente e inclusivo, reinventando-a de acordo com os princípios do desenvolvimento urbano sustentável. Depois de se ter analisado de forma cruzada cada um dos conceitos para o problema em causa, elegeu-se o da eficiência energética.

Esta dissertação tem como objetivo geral expor uma reflexão inspirada nos fundamentos do urbanismo sustentável para a melhoria da eficiência energética nos condomínios.

Para o efeito foi fundamental a contribuição dos residentes do condomínio da Colina de São Gonçalo, Malha 22, na Alta de Lisboa, no sentido de se apurar o que estes mais procuram no condomínio em termos de eficiência energética. Qual será a visão dos residentes?

Os objetivos específicos da dissertação visam:

- i. analisar a importância da eficiência energética nas habitações;
- ii. caracterizar os comportamentos de quem a habita;
- iii. verificar se o conceito de eficiência energética, tanto no conforto da habitação e nos benefícios ambientais, como na redução de custos, preocupam os agregados familiares;
- iv. compreender se os residentes estão disponíveis a investir em medidas ecológicas que promovam hábitos diários mais eficientes.

1.3. Metodologia de trabalho

A metodologia utilizada na presente dissertação consiste na pesquisa bibliográfica de conteúdos que permitem o estabelecimento do estado da arte, fundamentalmente os conceitos e as políticas cujo impacto nos temas abordados nos vários capítulos seja digno de realce.

A documentação que serve de suporte à dissertação foi obtida através do acesso a diferentes fontes, designadamente: portais governamentais e comunitários; portais de instituições do âmbito das energias renováveis, ambiente e eficiência energética; pesquisa *on-line* de trabalhos produzidos por outros autores e dissertações de mestrado. Para apoio estatístico, foram consultados relatórios técnicos diversos, publicações periódicas, notícias e artigos científicos.

Para o caso específico da análise da eficiência energética do condomínio da Colina de São Gonçalo, foram utilizadas as fases de elaboração, pré-teste e lançamento de um inquérito por questionário aos residentes e foram apurados os resultados das respostas dos inquiridos.

Os resultados dos questionários forneceram uma visão do panorama atual de consumos energéticos nos edifícios do condomínio, dando uma perceção real quanto às medidas que poderão ser implementadas tanto ao nível dos consumos de energia nas frações individuais, como ao nível das partes comuns.

Os questionários serviram também para avaliar o grau de aceitação e/ou recusa dos residentes do condomínio sobre a ideia de financiar e construir uma comunidade de energia renovável, através do autoconsumo coletivo de eletricidade proveniente de energia solar, de acordo com a legislação vigente.

A escolha do local para o caso de estudo deveu-se a ser um condomínio localizado numa envolvente que está a ser alvo de uma aposta imobiliária intensa. O condomínio da Colina de São Gonçalo é relativamente grande, com muita disponibilidade de serviços, e encontra-se inserido num conceito de bairro dentro da cidade de Lisboa. Além disso, os prédios apresentam uma ótima exposição solar e disponibilidade nas coberturas dos edifícios para se implementar projetos de autoconsumo.

O levantamento das questões de base do inquérito para caracterização dos residentes e das habitações foi baseado no estudo de mercado no âmbito das campanhas de sensibilização e de promoção da eficiência energética na habitação particular, realizado pela ADENE em 2017.

Inicialmente o inquérito estava destinado às frações habitacionais, de comércio e serviços do condomínio, todavia com o encerramento provocado pelo surgimento da pandemia de COVID-19, teve de se adaptar os questionários só para a habitação. Numa segunda fase, considerou-se a elaboração de um inquérito em papel a ser colocado nas caixas de correio individuais de cada condómino a fim de serem evitados contactos diretos. Numa terceira fase, por *email*, questionaram-se os gestores de condomínio sobre se podiam enviar os questionários para os residentes responderem, mas não foi possível disponibilizarem o conteúdo da base de dados devido ao Regulamento Geral de Proteção de Dados.

Surgiu também a necessidade de contactar o Serviço de Informações (Nº12118) mas não puderam dar informações pelos mesmos motivos de proteção de dados. Nesta sequência, não foi possível realizar as assembleias gerais de condomínio no ano de 2020 e 2021, fator que impossibilitou obter maior contributo dos residentes e entrevistas aos gestores de condomínio.

1.4. Estrutura da dissertação

A estrutura da presente dissertação encontra-se dividida em sete capítulos.

O primeiro capítulo diz respeito ao capítulo introdutório que resume o âmbito da dissertação e os seus objetivos.

O segundo capítulo aborda as grandes políticas ambientais e energéticas que foram surgindo ao longo do tempo, mostrando a evolução da legislação, políticas e apoios visando o reforço da eficiência energética.

O terceiro capítulo integra os princípios do urbanismo sustentável no desenvolvimento das cidades, essenciais para um desenvolvimento urbano sustentável. Incorpora a reabilitação energética e especifica a necessidade de se adotar este conceito para melhorar energeticamente os edifícios.

O quarto capítulo diz respeito ao conceito de comunidades de energia renovável e indica a possibilidade de se utilizarem estas comunidades nos condomínios de forma a reduzir os consumos de energia dos condóminos. Centra-se na utilização da energia solar fotovoltaica como produção de energia em edifícios. São identificadas também as políticas de incentivo à produção de energia solar e a legislação que a suporta.

O quinto capítulo diz respeito à evolução do consumo energético em Portugal e demonstra que ao longo dos anos é cada vez maior a utilização das fontes de energia renovável. Faz também a análise da evolução do consumo energético nacional especificamente no setor doméstico, assinalando-o como um dos principais responsáveis pelo consumo de energia. Este capítulo resume quais os equipamentos mais utilizados no setor doméstico, evidenciando onde o consumo de energia é mais crítico nos domicílios.

O sexto capítulo é dedicado ao caso de estudo – parte fulcral da dissertação – o condomínio da Colina de São Gonçalo, Malha 22, na Alta de Lisboa. Encontra-se neste capítulo espelhado o tratamento das respostas dos condóminos aos questionários e as conclusões retiradas quanto às situações e momentos em que se consome mais energia.

O sétimo capítulo apresenta as principais contribuições da dissertação para se desenvolverem estudos na área da eficiência energética nos edifícios e o trabalho futuro a ser

realizado em áreas com potencial de aplicação. São destacadas também as dificuldades sentidas na elaboração e recolha de informação necessária para o trabalho.

2. Evolução das políticas ambientais e energéticas

Desde a época da Revolução Industrial que se tem registado um crescimento económico assente no consumo elevado de recursos naturais. Este padrão de consumo das atividades humanas, como por exemplo a produção e consumo de energia, essencial para o funcionamento das sociedades, levou a uma maior frequência de ocorrência de fenómenos climáticos extremos e a alterações da capacidade de renovação dos ecossistemas, devido ao forte aumento das pressões exercidas no ambiente.

Nas últimas décadas observou-se, a nível mundial, uma maior consciencialização face à problemática das alterações climáticas no sentido de reverter esta tendência. Foram realizadas diversas iniciativas e desenvolvidos instrumentos com o intuito de estabilizar e reduzir as concentrações de gases com efeito de estufa (GEE) na atmosfera, garantindo um desenvolvimento económico sustentável¹.

O termo “Desenvolvimento Sustentável” foi utilizado pela primeira vez em 1972, por um grupo de cientistas americanos do *MIT*, no livro *The Limits To Growth* (Ferreira, 2005 *apud* Meadows et al., 1972). O objectivo dos referidos cientistas era mostrar que fatores básicos como a população, produção agrícola, recursos naturais, produção industrial e poluição, poderiam limitar o crescimento no planeta. O estudo concluiu que “as tendências que se verificavam na altura, conduziriam a que os limites de crescimento na sociedade humana seriam atingidos em cem anos” (Ferreira, 2005:1) e que após este período, começar-se-ia a assistir a um cenário de declínio da população global e da produção industrial, devido a problemas ambientais resultantes do

¹ O conceito de Desenvolvimento Sustentável define-se através da capacidade que a Humanidade tem de se desenvolver, de acordo com as suas necessidades do presente, sem comprometer a capacidade das futuras gerações em satisfazer as suas próprias necessidades (Nations, 1986).

esgotamento de recursos, tais como o aumento da poluição (devido à concentração de dióxido de carbono (CO₂), perda de solo arável e, consequentemente, diminuição da produção alimentar. Este cenário poderia ser revertido, caso fossem tomadas medidas “sustentáveis” que permitissem o crescimento num futuro próximo.

Em 1986, através do Ato Único Europeu, a Comunidade Europeia passou a ter uma dimensão própria e a dar atenção particular aos problemas ambientais e climáticos. À data, foi introduzido o princípio do poluidor-pagador e implementada a diretiva de avaliação de impacte ambiental (AIA), respeitante à avaliação dos efeitos ambientais de projetos públicos e privados (Araújo & Coelho, 2013).

Foi também neste período que os problemas ambientais se começaram a evidenciar mais em Portugal, decorrente da sua adesão à Comunidade Económica Europeia (CEE). Como consequência do crescimento económico, o consumo de energia no país continuou a aumentar, com clara predominância do uso de combustíveis fósseis.

Por um lado, tinha-se o investimento na construção de novas centrais térmicas a carvão e gás que permitiu (embora sem expressão) a diminuição do uso do petróleo na geração elétrica; por outro lado, o aumento de energia associado ao crescimento exponencial do parque automóvel, na sequência do crescimento da taxa de motorização e do investimento na rodovia em detrimento da ferrovia.

O final da década de 1980 ficou então marcado por uma grande produção de legislação afeta ao ambiente, sobretudo por pressão comunitária.

A nível mundial surgiu uma publicação da Comissão Mundial do Ambiente e Desenvolvimento (Comissão Brundtland), intitulada *Our Common Future*, que veio definir de forma generalizada o conceito de Desenvolvimento Sustentável² e alertar os cidadãos quanto à temática de proteção do ambiente, apelando à promoção de boas práticas ecológicas.

² Este conceito assenta em três pilares fundamentais (desenvolvimento economicamente eficaz, socialmente equitativo e ecologicamente sustentável) que visam melhorar as condições de vida dos indivíduos, preservando simultaneamente o ambiente a curto, médio e, sobretudo, a longo prazo.

A nível nacional, foi publicada a Lei de Bases do Ambiente (Lei nº10/87, de 4 de abril) e a Lei das Associações de Defesa do Ambiente, tendo sido também aprovada a legislação que estimula a diversificação das fontes de energia, no sentido de estabelecer um regime de produção de energia elétrica mais eficiente, ou seja, desde que fossem utilizados recursos renováveis, combustíveis resultantes de resíduos industriais, agrícolas ou urbanos ou utilizadas instalações de cogeração (Araújo & Coelho, 2013).

A década seguinte em Portugal ficou marcada pelo aproveitamento dos recursos naturais para produção de energia e pela privatização de uma parte substancial do capital de empresas do setor energético.

A nível internacional começou-se a abordar o problema do aquecimento global e das alterações climáticas, tendo sido criado o Painel Intergovernamental sobre Alterações Climáticas (IPCC)³ em 1988.

Em 1992, é assinado o Tratado de Maastricht, onde se integraram as várias temáticas ambientais, inclusive a incorporação do conceito de desenvolvimento sustentável que já havia sido falado. Neste âmbito, é simultaneamente realizada por mais de 150 países, a Conferência das Nações Unidas sobre Ambiente e Desenvolvimento, no Rio de Janeiro, onde se ressaltou a perspectiva global dos problemas ambientais criados pelos países industrializados.

A Conferência (Rio-92) tinha por objetivo encorajar os países a reduzir as suas emissões de gases com efeito de estufa, justificando com o aumento da temperatura média global da atmosfera decorrente do aumento significativo das emissões dos gases com efeito de estufa.

Nesta sequência, foram assinados o Tratado de Amesterdão e o Protocolo de Quioto em 1997, este último fulcral para a definição de metas de redução das emissões poluentes. O Protocolo (em vigor desde 2005) constitui um tratado complementar à Rio-92, em que 37 países industrializados e a Comunidade Europeia comprometeram-se a reduzir em 5% as emissões de

³ Criado pela Organização Meteorológica Mundial (OMM) e pelo Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA), fornece avaliações regulares da base científica das mudanças climáticas a todos os órgãos governamentais para serem desenvolvidas políticas climáticas.

GEE entre 2008 e 2012, comparativamente às registadas em 1990. Numa segunda fase, entre 2013 e 2020, cada país negociou a sua própria meta de redução, comprometendo-se a reduzir, pelo menos, 18% dos níveis de 1990.

Em prol deste objetivo, foi regulada a utilização do gás natural e permitida a sua utilização em território nacional. Esta decisão foi crucial em Portugal, não só porque o gás é, entre os combustíveis fósseis, o menos poluente, mas também porque representou uma mudança na diversificação da matriz energética (Araújo & Coelho, 2013).

A década seguinte, entre 2000 e 2010, foi marcada pela associação das políticas energéticas e climáticas, nomeadamente com medidas como a promoção de energias renováveis, eficiência energética, uso de biocombustíveis e o estabelecimento do regime de comércio europeu de licenças de emissão (CELE)⁴.

Em 2002, dá-se um dos maiores acidentes ambientais de que se tem registo, o afundamento do petroleiro Prestige ao largo da Galiza, que afetou uma vasta área entre a costa norte de Portugal e de França. Este acontecimento permitiu impulsionar o aumento da consciência ambiental na Europa.

Assistiu-se neste período a uma disseminação alargada do conhecimento sobre as alterações climáticas, através de relatórios prestigiados, tais como o Relatório de Stern (2006) e do IPCC, assim como com o documentário de Al Gore “Uma Verdade Inconveniente” (Gore, 2006) sobre o aquecimento global.

A União Europeia (UE) desenhou e aprovou o Pacote Europeu Energia/Clima 20-20-20, onde constam as seguintes metas a atingir em 2020 por todos os estados-membros:

- i. Redução de 20% de emissão de gases com efeito de estufa relativamente ao registado em 1990;
- ii. Aumento de 20% de energias renováveis no *mix* energético;
- iii. Redução de 20% de consumo energético, resultante do aumento da eficiência;
- iv. Aumento de 10% de utilização de biocombustíveis nos transportes.

⁴ O CELE é um mecanismo flexível previsto no contexto do Protocolo de Quioto, constituindo o primeiro instrumento de mercado intracomunitário de regulação das emissões de gases com efeito de estufa (APA, 2015).

A preocupação europeia com o ambiente e, em especial, com as alterações climáticas levou a que fossem surgindo novos instrumentos de política de ambiente mais técnicos e integradores, como por exemplo, o licenciamento ambiental, a avaliação ambiental estratégica ou a responsabilidade ambiental, para além do desenvolvimento de legislação relacionada com os recursos (ar, água, ruído, etc.).

Adicionalmente, nesta fase foram criadas ferramentas operacionais que suportaram a política climática nacional, tais como a Estratégia para as Alterações Climáticas (2001), o Programa Nacional para as Alterações Climáticas (PNAC) (2004), o Plano Nacional de Atribuição de Licenças de Emissão (PNALE) associado ao CELE (2005), o Fundo Português de Carbono (FPC) (2006), a Estratégia Nacional de Desenvolvimento Sustentável (ENDS) (2007) e a Estratégia Nacional de Adaptação às Alterações Climáticas (2010).

Cronologicamente, ao nível da política pública de energia, Portugal começou por aprovar o Programa Eficiência Energética e Energias Endógenas (E4). Este tinha como principal objetivo diminuir a dependência externa de energias como a petrolífera e conter a fatura energética nacional. Com efeito, uma das medidas preconizadas foi o aumento da remuneração da eletricidade produzida com base em energias renováveis, diferenciada por tecnologia e regime de produção (Araújo & Coelho, 2013).

Em 2004, foi constituído o Mercado Ibérico de Energia Elétrica (Mibel) e, no ano seguinte, foi estabelecida a primeira Estratégia Nacional de Ação para a Eficiência Energética (PNAEE), no sentido de cumprir os objetivos de eficiência na utilização final de energia e para os serviços energéticos, dispostos na Diretiva Comunitária 2006/32/CE, de 5 de abril.

Neste contexto, em 2010, foi aprovada a Estratégia Nacional para a Energia 2020, associada ao Pacote Europeu Energia/Clima, tendo como metas: i) 60% de eletricidade produzida; ii) 31% do consumo de energia final com base em fontes renováveis; e iii) 20% de redução do consumo final de energia.

Foi também lançado o Plano Nacional de Ação para as Energias Renováveis (PNAER) para o período 2013-2020, onde é estabelecido um objetivo geral de redução no consumo de energia primária de 25% e um objetivo específico para a Administração Pública de redução de 30% (Cascão & Sousa, 2013).

A entrada em vigor do Acordo de Paris, a 4 de novembro de 2016, foi considerada um compromisso “histórico”, apesar de toda a discussão em matéria de ambiente e dos demais compromissos realizados ao nível internacional. Na 21ª Conferência das Partes (COP-21), o Acordo de Paris – ratificado por 181 países para conter o aquecimento global do planeta - visou alcançar a descarbonização das economias mundiais e estabeleceu como um dos seus objetivos primordiais a longo prazo, limitar o aumento da temperatura média global abaixo dos 2°C acima dos níveis pré-industriais e reunir esforços para limitar o aumento da temperatura a 1,5°C⁵. Deste modo, a comunidade internacional procurou dar uma resposta global e eficaz que reduzirá significativamente os riscos e impactos das alterações climáticas.

Portugal assume agora novos compromissos mais ambiciosos para o horizonte 2030, nomeadamente o Plano Nacional Energia e Clima (PNEC), no sentido de promover a descarbonização da economia que exige a implementação de uma trajetória de redução de emissões transversal a todos os setores de atividade.

O PNEC enquadra-se nas obrigações decorrentes do Regulamento (UE) 2018/1999 do Parlamento Europeu e do Conselho, de 11 de dezembro de 2018, relativo à Governação da União da Energia e da Ação Climática, sendo o principal instrumento de política energética e climática entre 2021 e 2030.

A União Europeia aprovou as metas de Portugal, enquanto oportunidade para o país de reduzir as suas emissões assentes num modelo democrático e justo de coesão territorial que potencie a geração de riqueza e o uso eficiente de recursos. As metas visam alcançar:

- 45 a 55% de redução de emissões de gases com efeito de estufa;
- 35% de eficiência energética;
- 47% de energias renováveis;
- 20% de renováveis nos transportes.
- 15% de interligações elétricas.

⁵ O Acordo de Paris exige uma ação forte e rápida a nível mundial para reduzir as emissões de gases com efeito de estufa. Com efeito, pretende também atingir um equilíbrio à escala mundial entre as emissões por fontes e as remoções por sumidouros de gases com efeito de estufa na segunda metade deste século.

O Plano define a eficiência energética como prioridade, enquanto aposta na redução de consumos de energia e no uso eficiente de recursos, e define o edificado como um dos setores com maior potencial, com especial enfoque na requalificação e renovação de edifícios, e as energias renováveis como a forma mais barata de produzir eletricidade e reduzir custos para os consumidores.

Em simultâneo, comprometeu-se internacionalmente a reduzir as suas emissões de gases com efeito de estufa para que o balanço entre as emissões e remoções da atmosfera atinja a neutralidade carbónica em 2050 (RNC2050, 2019). Segundo a estratégia a longo prazo da UE para uma economia próspera, moderna, competitiva e com impacto neutro no clima, “Um Planeta Limpo para Todos”, a via para uma economia com emissões líquidas nulas de gases com efeito de estufa, poderia resultar de acordo com uma ação conjunta de sete componentes estratégicas principais (Comissão Europeia, 2018):

1. Maximizar os benefícios da eficiência energética, incluindo edifícios com emissões nulas;
2. Maximizar a implantação de energias renováveis e a utilização de eletricidade para fins de uma plena descarbonização do aprovisionamento energético da Europa;
3. Aderir à mobilidade limpa, segura e conectada;
4. Promover uma indústria da UE competitiva e a economia circular enquanto facilitador-chave para a redução das emissões de gases com efeito de estufa;
5. Desenvolver uma infraestrutura adequada de redes inteligentes e respetivas interconexões;
6. Usufruir plenamente dos benefícios da bioeconomia e criar sumidouros de carbono essenciais;
7. Eliminar as restantes emissões de CO₂ com captura e armazenamento de carbono.

Tabela 1 - Resumo da evolução das políticas energéticas.

	Acordo de Paris (2015)	Estratégia de Longo Prazo “Um Planeta Limpo para Todos” (2018)	Pacote de Energia Limpa para todos os Europeus (2019)	Roteiro para a Neutralidade Carbónica (2019)	Plano Nacional de Energia e Clima (2020)
MEDIDAS	<ul style="list-style-type: none"> - Descarbonização das economias mundiais - Limitar o aumento da temperatura média global abaixo dos 2°C, e idealmente abaixo dos 1,5°C acima dos níveis pré-industriais 	<ul style="list-style-type: none"> - Maximizar os benefícios da Eficiência Energética e a implementação de energias renováveis - Aderir à mobilidade limpa, segura e conectada 	<ul style="list-style-type: none"> - Liderança mundial em FER - Economia próspera, moderna, competitiva e com impacto neutro no clima 	<ul style="list-style-type: none"> - Prioridade à limitação do aumento da temperatura média global e identificar e analisar trajetórias alternativas para alcançar a neutralidade carbónica 	<ul style="list-style-type: none"> - Priorização da Eficiência Energética, em especial nos edifícios - Utilização de FER na produção de eletricidade - Investigação, inovação, competitividade e segurança do abastecimento
	-40%	-80%	-40%	-45% a -55%	-45% a -55%
	Redução de emissões GEE para a UE (face a 1990) a atingir em 2030	Redução de emissões GEE para a UE (face a 1990) a atingir em 2050	Redução de emissões GEE para a UE (face a 1990) a atingir em 2030	Redução de emissões GEE para a UE (face a 2005) a atingir em 2030	Redução de emissões GEE para a UE (face a 2005) a atingir em 2030

Fonte: Adaptado de Deloitte, 2019, p.13.

3. Integração dos princípios de urbanismo sustentável no desenvolvimento das cidades

As cidades caracterizam-se por serem espaços de perspectivas diversas, que concentram a maioria da população mundial (54%), constituindo-se nos lugares de maior potencial para a dinamização do emprego, cultura, competitividade tecnológica e inovação (Cavaco et al., 2015). São agregadoras de materiais e nutrientes, representando 75% do consumo de recursos naturais, 50% da produção global de resíduos e 60 a 80% de emissões de gases poluentes (Kühnau, 2018, p. 12).

De acordo com dados internacionais, sendo as cidades consideradas como o “coração da criatividade, inovação e crescimento”, representam um papel central como motores da economia global (~85% do PIB) (*Idem, Id*, p. 12).

A população urbana consome mais de $\frac{3}{4}$ dos recursos naturais consumidos no planeta, produzindo quantidades igualmente elevadas de resíduos que poluem os oceanos e o solo. Atualmente os recursos naturais estão a ser consumidos ao dobro da taxa a que estão a ser produzidos e prevê-se que até 2050, com o aumento demográfico, esta situação piore para o triplo (*Ibidem, Ib*, p. 12).

As cidades ditas sustentáveis requerem uma emissão baixa de carbono e soluções inovadoras no seu *design*, governança e infraestruturas, onde o conceito de sustentabilidade se encontre presente.

De acordo com Mark Roseland (1997), a cidade sustentável é capaz de proporcionar um padrão de vida aceitável ao Homem, sem causar profundos prejuízos no ecossistema ou aos ciclos biogeoquímicos de que depende (Bernardo, 2015 *apud* Roseland, 1997). O conceito requer a criação de uma lógica de funcionamento, gestão e crescimento a partir de uma ligação adequada, respeitável e ponderada entre o ambiente natural e o ambiente construído.

As cidades sustentáveis caracterizam-se pela utilização de energias alternativas, priorização do transporte público, gestão de resíduos e outros materiais, redução do desperdício, prevenção da poluição e pela maximização da conservação e promoção da eficiência.

O planeamento do desenvolvimento urbano, de acordo com as dimensões ambiental, social e económica da sustentabilidade, é uma das principais tarefas do ordenamento do território para se obter cidades mais habitáveis. A definição de planeamento urbano sustentável pode ser descrita como o desenvolvimento de espaço urbano (cidades) e meios rurais (aldeias) num ambiente habitável, *liveable*, que respeite as necessidades da população (Steinebach, 2009).

Vários autores procuraram estabelecer os parâmetros para atingir o desenvolvimento urbano sustentável. Os esforços conjugados revelaram que a combinação de formas urbanas compactas, densas e multifuncionais, para além de maximizar o uso das infraestruturas instaladas localmente, reduz a necessidade de expansão das periferias.

Neste contexto, na década de 1980, as teorias urbanísticas ganharam novo ímpeto com o surgimento de um novo sistema de desenvolvimento urbano. O conceito, inicialmente apelidado de Novo Urbanismo, surgiu nos Estados Unidos da América e procurou promover a qualidade de vida das populações e melhorar o relacionamento entre o Homem e a cidade, aplicando as questões relativas ao desenvolvimento sustentável. Ou seja, agindo em prol de um crescimento ordenado a longo prazo, que minimizava os impactes sociais, ambientais e económicos das ações urbanas (Nobre, 2004).

O Novo Urbanismo é um movimento urbanístico muito utilizado em projetos de desenho e planeamento urbano, que defende a requalificação de uma comunidade ou bairro inter-relacionado com um centro urbano maior, integrando a vizinhança com funções mistas de habitação e trabalho (Andrade *et al.*, 2013).

O desenvolvimento urbano sustentável impõe o desafio de refazer a cidade de um modo inteligente e inclusivo, reinventando-a de acordo com os princípios do Novo Urbanismo (Andrade *et al.*, 2013):

- **Conectividade** - O bairro/cidade deve ter um centro marcante, sendo este uma praça, jardim ou esquina importante, movimentada ou memorável, contendo uma paragem de autocarro que proporcione a interação das cidades/bairros com a restante cidade. O transporte público deve ser ambientalmente adequado, isto é, que não interfira diretamente no trânsito, não prejudicando o fluxo deste;

- **Facilidade para pedestres** – A maioria das habitações deve estar localizada num raio de 600 metros do centro da cidade, sendo atingida por uma caminhada de 5 minutos a pé. O objetivo deste princípio é estimular a locomoção a pé e reduzir o uso do automóvel, a poluição da cidade, evitando o sedentarismo e os ambientes fechados. O conceito de dar prioridade à população visa a criação de ruas limpas, seguras e arborizadas (que melhorem o aspeto visual e o ruído da cidade, proporcionando ao pedestre uma experiência sensorial atraente), calçadas amplas que permitam uma deslocação tranquila sem percalços (ex. sem entrar em contacto com as faixas de rodagem) e ruas dotadas de mobiliário urbano confortável, bem como iluminação adequada, sinalização e total acessibilidade;
- **Diversificação da habitação** – Abranger uma variedade de tipos de habitação (ex. casas isoladas, casas geminadas e apartamentos), de forma a permitir a integração intergeracional e de classes sociais (pessoas mais jovens e mais velhas, solteiros e casados, pobres e ricos) e vínculos pessoais, fundamentais ao crescimento do bairro.
- **Uso misto** – Haver lojas e escritórios de tipos variados, visando a vivência do bairro (morar, trabalhar e consumir), sem exigir grandes deslocações. Determinados locais devem ser reservados para edifícios cívicos (ex. locais de reuniões de comunidade, educação e religiosos ou atividades culturais);
- **Qualidade do projeto arquitetónico e urbanístico** – Construir prevendo se a estrutura estará compatível com a região no futuro;
- **Estrutura de um bairro tradicional** – Elevar a sensação de se estar integrado num lugar único e reconhecido na cidade. Os bairros são vistos como partes da cidade, possuindo características próprias que os distinguem do restante tecido urbano, reforçando o bem-estar dos moradores. Esta diferenciação é possível através da estruturação dos bairros com diferentes tipos de funções, desde a habitação ao comércio e serviços, desenvolvidos de forma equilibrada para serem autónomos.
- **Sustentabilidade e elevada qualidade do ambiente construído** – O modelo de urbanismo sustentável preconiza a construção de edificado com recurso a materiais e técnicas que reduzam o impacto ambiental, nomeadamente consumo de energia e geração de gases com efeito de estufa. O tecido construído deve estar dotado de medidas ecológicas e princípios sustentáveis, como a utilização da técnica de

reutilização de águas pluviais, sistema de recolha e reaproveitamento de resíduos, sistemas eficientes e inteligentes de captação da iluminação solar, etc.

Nas últimas décadas, o investimento nas cidades e no território foi essencialmente marcado pela preferência em melhorar a infraestruturação básica, as condições de acessibilidade e a integração logística. O desenvolvimento suportado num crescimento económico de abordagem linear, permitiu um modelo de expansão urbana desfasado das dinâmicas demográficas e sociais, ou seja, que quando as necessidades da sociedade mudam, os edifícios projetados para uma função única tornam-se obsoletos ao fim de 20% a 30% do seu tempo de vida estimado, resultando em altas taxas de desocupação, demolição prematura e no aumento consequente dos resíduos associados (Askar, R., Bragança, L., 2019).

A necessidade de procurar alternativas tem conduzido a uma mudança nos padrões de produção e de consumo, de forma a diminuir a pressão sobre os recursos naturais e o clima. Surge agora uma nova perspetiva denominada economia circular, que consiste numa abordagem circular no uso de materiais e energia, com o objetivo de reduzir a poluição, o consumo e o desperdício (Pimenta *et al.*, 2018).

Este novo conceito pode ser associado a conceitos já conhecidos, tal como a reciclagem ou a eficiência energética, mas é muito mais complexo na sua atuação. A economia circular implica uma transformação profunda dos mecanismos que regem a produção e o consumo, com o intuito de preservar o valor e a utilidade dos materiais para que melhorem a sua performance produtiva, quer seja um telemóvel, uma torre eólica, o espaço onde trabalhamos ou um terreno agrícola (Lemos, 2018, p. 3).

No caso do setor da construção, visto que são esperadas altas taxas de urbanização e investimentos significativos em infraestruturas, é necessário mudar o pensamento linear e estático de “extrair-produzir-descartar” para um sistema de economia circular, em que cada material é utilizado e reutilizado com o mínimo desperdício possível (Askar, R., Bragança, L., 2019).

3.1. Construção e reabilitação sustentável para melhoria da eficiência energética

A ocupação territorial das áreas urbanas tem-se assumido como um dos principais desafios do desenvolvimento sustentável global. Os índices de consumo, sobretudo a nível energético, indicam a necessidade de uma transformação do tecido físico das cidades, passando pela implementação de tecnologias eficientes e, também, pela promoção de consumos mais sustentáveis da sua estrutura social.

Atualmente, a política ambiental para a indústria da construção civil visa manter um ambiente construído de alta qualidade, otimizando o uso de recursos. Têm sido produzidos esforços no sentido de promover o conceito de construção verde, através de critérios de medida estandardizados, contudo, ainda são necessários métodos de contabilidade ambiental integrados para avaliar o desempenho geral dos edifícios nas fases de construção e uso, no respeitante ao esgotamento global de recursos e desperdício de energia.

Ao nível da construção, os edifícios procuram fornecer serviços específicos e manter os seus desempenhos constantes em relação às condições climáticas variáveis (temperatura, humidade e irradiação solar). Por outro lado, a gestão de edifícios deve cuidar das interações entre os mesmos (estruturas inertes não-vivas) e seu contexto de vida (ambiente e seres).

Esta relação dinâmica entre construção e uso apresenta-se sob a forma de materiais e fluxos de energia. O edifício para ser considerado sustentável deverá ser capaz de manter uma adaptação de alto desempenho ao ambiente circundante e de acordo com a disponibilidade de recursos ambientais, necessidades sociais, história e qualidade da paisagem (Pulselli *et al.* 2006).

No âmbito da atual mudança de paradigma no setor da construção, a reabilitação urbana constitui um conceito essencial na intervenção da política das cidades e da habitação. Surge, por um lado, para atingir um funcionamento harmonioso e equilibrado das cidades e, por outro, para garantir que todos os cidadãos tenham uma habitação e vida condignas.

Melhores edifícios, significa melhor qualidade de vida. Novas pesquisas indicam que a construção verde comparada à construção tradicional, reduz as emissões de CO₂ em 34% (Valinõ, 2017). Os prédios ecológicos projetados com eficiência consomem menos energia (-25%), economizam recursos hídricos (-11%) e geram menos desperdício com a reciclagem, mantendo o

mínimo de resíduos de construção. Além disso, para a saúde humana, beneficiam a maximização da luz natural, redução do ruído e a qualidade do ar.

A reabilitação energética de um edifício tem como objetivo melhorar a qualidade térmica e racionalizar a gestão da energia, ou seja, conferir ao edifício medidas de eficiência energética que permitam reduzir o seu consumo para níveis aceitáveis de conforto e salubridade dos utilizadores (Carapeto, 2016, p. 29).

As medidas de eficiência energética encontram-se englobadas em três grandes grupos: i) de medidas a aplicar na envolvente dos edifícios; ii) nos equipamentos (sistemas de ar condicionado e de águas quentes); iii) e na produção de energia a partir de fontes renováveis.

Em termos práticos, o desempenho energético varia muito de caso para caso, sendo necessário caracterizar, numa fase inicial, esse desempenho e diagnosticar corretamente as deficiências apresentadas. Simultaneamente, é necessário estabelecer a estratégia de intervenção que melhor se adequa aos interesses do proprietário do edifício, de acordo com as exigências regulamentares. Depois, é necessário selecionar, entre as diversas medidas disponíveis, aquelas que permitam atingir o objetivo pretendido com o menor custo possível.

As principais medidas concretas para atingir a eficiência energética de um edifício existente, são: o reforço da proteção térmica de coberturas, pavimentos sobre espaços não aquecidos e paredes; o reforço das propriedades dos envidraçados; o recurso a sistemas solares passivos (sombreamento, ventilação natural, etc.) e ativos (solar térmico e fotovoltaico, etc.); e a adoção de equipamentos e instalações de iluminação de baixo consumo.

3.2. Características dos edifícios que afetam a sua eficiência energética

O consumo de energia na habitação depende de diversos fatores, tais como a sua localização, orientação, qualidade da construção, nível de isolamento, tipo de equipamentos e comportamentos dos utilizadores.

Com o objetivo de reduzir os consumos de energia em edificado, foi criado o conceito de construção bioclimática, que consiste no aproveitamento dos recursos naturais disponíveis (sol, vento e vegetação) na conceção de um edifício, de forma a otimizar o conforto térmico no seu interior. A arquitetura bioclimática tem como princípio um conjunto eficiente de regras de

construção em perfeito equilíbrio com a envolvente, quer ao nível dos materiais usados, quer ao nível das características do clima (Barbosa, 2013, p. 33).

Se na fase de conceção do edifício, por exemplo, forem considerados aspetos como a localização, forma e orientação do edifício, é possível atingir reduções do consumo energético entre 30 a 40% (Silva, 2006, p.104).

3.2.1. Localização do edifício

A localização do edifício é muito importante no sentido de se perceber quais as suas necessidades térmicas.

O Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios (RCCTE) (Decreto-Lei n.º 80/2006, de 4 de abril, que revoga o Decreto-Lei n.º 40/90, de 6 de fevereiro) foi o primeiro instrumento legal que impôs requisitos térmicos na edificação, em Portugal, por forma a salvaguardar as condições de conforto térmico no espaço interior, incluindo exigências e limites para necessidades de aquecimento no inverno e arrefecimento no verão.

Segundo o regulamento, o território nacional é dividido em três zonas climáticas de inverno (I) e três zonas climáticas de verão (V), de acordo com o seu grau de severidade (figura 1).

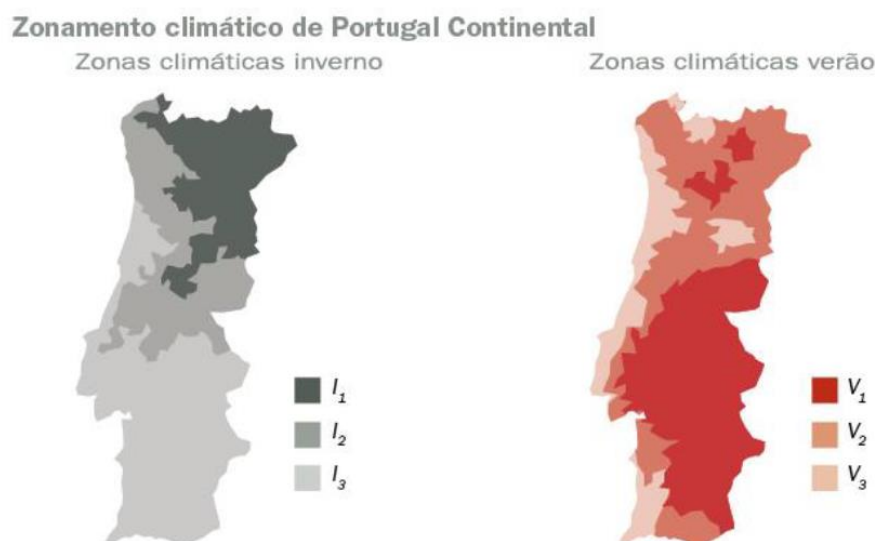


Figura 1 - Distribuição das zonas climáticas em Portugal Continental.

Fonte: Retirado de Carapeto, 2016, p.31.

As zonas de verão encontram-se divididas em região norte e região sul. Esta última abrange toda a área a sul do rio Tejo, Lisboa, Oeiras, Cascais, Amadora, Loures, Odivelas, Vila Franca de Xira, Azambuja, Cartaxo e Santarém.

A delimitação das zonas climáticas de inverno tem como base o número de Graus-dias de aquecimento na base de 20°C (GD). Este número caracteriza a severidade de um clima durante a estação de aquecimento e é igual ao somatório das diferenças positivas entre GD e a temperatura do ar exterior. A delimitação das zonas climáticas de verão é determinada com base em valores atualizados da temperatura exterior do projeto, que corresponde à temperatura seca exterior que raramente é excedida durante a estação de arrefecimento (1 de junho a 30 de setembro).

Para as Regiões Autónomas da Madeira e dos Açores, as zonas climáticas de verão são consideradas como VI. No caso das zonas climáticas de inverno, estas variam consoante a altitude das localidades.

3.2.2. Orientação, captação solar e sombreamento

O sol é uma fonte de calor que tem uma grande importância na sua interação com o edificado, tanto em termos de radiação solar (conforto térmico), como em termos da sua posição (conforto luminoso), ao longo de todo o ano, para que desta forma se melhor projete o edifício na perspetiva da arquitetura bioclimática.

Conhecer os diferentes “percursos” do sol durante as várias estações do ano, tem como objetivo aproveitar da melhor forma os ganhos solares para o interior do edifício e, por outro lado, restringir a sua entrada, nos casos em que o mesmo efeito não se afigure conveniente (Gonçalves, H., Graça M., J., 2004).

A orientação correta do edifício deverá ser consoante os espaços de permanência das pessoas na habitação. Se estiverem em função do percurso de sol e do vento, conseguir-se-á tirar maior partido destes recursos.

As divisões onde se verifique a permanência de pessoas, especialmente durante o dia, devem ter vãos envidraçados orientados para os quadrantes sul, nascente e poente, onde existe maior intensidade solar. As restantes divisões, tais como garagens, espaços de circulação e arrumos, devem ser orientadas a norte (Carapeto, 2016, p. 32).

Tendo em conta o clima português, a orientação privilegiada dos edifícios deve ser a sul, visto ser a que permite um maior aproveitamento da radiação solar ao longo de todo o ano.

Com o edifício orientado a este ou oeste, durante o inverno, a fachada recebe pouca radiação e, no verão, é necessário ter um cuidado redobrado em termos de áreas envidraçadas, tipo de vidro e sombreamentos, devido à abundância de raios solares.

Uma fachada orientada a norte, durante o inverno não recebe radiação direta e durante o verão recebe apenas no princípio da manhã e ao final da tarde.

Especialmente em áreas urbanas consolidadas, é mais difícil determinar a orientação dos edifícios porque a disposição geral do plano urbano já foi definida anteriormente. Neste caso, é importante considerar a incidência da iluminação em todas as orientações para se conseguir otimizar o conforto no interior das habitações.

O sombreamento das fachadas também é um fator a considerar nas distâncias entre edifícios. Cada edifício projeta uma sombra permanente, consoante o ângulo solar, nas fachadas dos outros edifícios, sendo importante considerar corretamente as distâncias entre edifícios, de modo a eliminar as sombras projetadas sobre as fachadas sul, principalmente durante o inverno.

3.2.3. Características de construção

Os materiais utilizados na construção de um edifício influenciam as condições de conforto no seu interior. A inércia térmica e o poder isolante dos elementos construtivos do edifício interferem no seu comportamento térmico, e são as características mais importantes a ter em conta.

Um edifício mal isolado traduz-se em maiores custos com o aquecimento, pois no inverno arrefece rapidamente, podendo ocorrer condensações no seu interior, e no verão aquece mais e num curto espaço de tempo, logo consome mais energia (Comini *et al.* 2008). Por esta razão, a seleção de bons isolamentos de paredes, pavimentos e coberturas⁶ reduz a necessidade de climatização dos espaços, e consequentemente os consumos energéticos associados.

⁶ Segundo Carapeto (2016), as coberturas são as superfícies da envolvente que mais contribuem para a perda de calor na habitação e o seu isolamento térmico apresenta baixos custos e elevados benefícios em termos de poupança energética.

Para minimizar as perdas de calor no inverno e os ganhos de calor no verão, deve-se aumentar a resistência térmica dos materiais na envolvente, como por exemplo (Gonçalves, H., Graça M., J., 2004):

- i. No caso da envolvente opaca (paredes, coberturas e pavimentos), incorporar materiais como a cortiça, o poliestireno expandido, o poliuretano e as lãs minerais;
- ii. No caso da envolvente envidraçada, promover a utilização de vidros duplos, pois têm maior capacidade de isolamento do que os vidros simples, visto que o espaço de ar existente entre os vidros reduz significativamente as perdas de calor.

O dimensionamento das áreas envidraçadas (área de superfície, tipo de vidro e tipo de caixilharia), em função da orientação solar, é uma das medidas que mais contribui para o conforto térmico no interior das habitações.

Estima-se que 25% a 30% das necessidades de aquecimento são devidas a perdas de energia originadas nas áreas envidraçadas (Comini *et al.* 2008). Para minimizar a dissipação do calor, podem utilizar-se caixilharias em madeira, PVC ou alumínio com corte térmico. Pode ser também introduzido, se houver espaço suficiente, material isolante nas caixas de estores.

A cor utilizada nas fachadas e coberturas é também muito importante para o conforto térmico. Estima-se que uma superfície lisa de cor preta absorve 90% da radiação solar incidente, enquanto uma superfície com cor branca reflete 80% da radiação (Comini *et al.* 2008). Uma das razões porque as casas no Alentejo e no Algarve eram, no passado, pintadas de branco, deve-se ao facto de quererem contrariar as altas temperaturas no verão.

3.2.4. Iluminação natural e artificial

Em termos de eficiência energética, o consumo de energia proveniente dos sistemas de iluminação artificial nos edifícios de comércio e serviços, por exemplo, representa entre 20% e 25% do consumo total (ECO.AP, 2018, p. 88). As vantagens do nível adequado de iluminação no desenvolvimento das diferentes atividades são evidentes. De uma forma geral, uma boa iluminação melhora a velocidade da perceção e aumenta a sensibilidade e conforto visual; contudo, a fonte de luz mais confortável e sem custos é a natural, sendo muitas vezes descurada na conceção de projetos arquitetónicos de edifícios.

Num edifício, todos os espaços devem ser projetados para maximizarem a iluminação natural, visando a menor necessidade de recorrer a sistemas de iluminação artificial. O seu aproveitamento, depende da orientação das fachadas onde se encontram as aberturas para o exterior (janelas, portas, clarabóias) e da utilização de cores claras nos tetos, paredes e junto às janelas.

No setor doméstico, habitualmente são utilizados vários tipos de lâmpadas, que com o desenvolvimento tecnológico e necessidades de eficiência energética, se foram alterando e ultrapassando. Existem cinco tipos de lâmpadas: as lâmpadas fluorescentes compactas e tubulares, os LED (*Lighting Emmiting Diode*, ou Díodo Emissor de Luz), as lâmpadas de halogéneo e as lâmpadas incandescentes (Coelho, 2018, p.14)

Nas lâmpadas incandescentes e de halogéneo, a luz produz-se pela passagem da corrente elétrica através de um filamento metálico, com grande resistência (ECO.AP, 2018, p. 92). Têm um excelente índice de restituição cromática (IRC⁷), próximo de 100, mas um rendimento baixo, da ordem dos 15 a 25 lm/W.

As lâmpadas de halogéneo têm um tempo de vida superior às incandescentes tradicionais (entre 2000 e 4000 horas contra apenas 1000 horas). Estas podem ser de dois tipos: *standard* (230 V) e tensão reduzida (12 V, requerendo o acoplamento de um transformador). As lâmpadas incandescentes deixaram de ser comercializadas em 2012, depois de terem sido descontinuadas durante vários anos, e as lâmpadas de halogéneo de baixa eficiência começaram a ser descontinuadas em setembro de 2016, tendo sido excluídas do mercado em setembro de 2018 (Coelho, 2018, p.14)

As lâmpadas fluorescentes (economizadoras ou compactas, tubulares) baseiam-se na emissão luminosa que alguns gases emitem, quando submetidos a uma corrente elétrica (como por exemplo, o flúor). Apresentam um rendimento médio de 70 a 90 lm/W, um IRC até 90% e uma duração entre as 8000 e as 15000 horas.

⁷ O IRC está relacionado com a tonalidade de cor dos objetos quando sujeitos ao efeito de uma luz branca. Quanto maior o IRC, mais próxima é a tonalidade de cor da cor real do objeto.

Os LED são constituídos por várias camadas de material semicondutor (sólido), que quando submetidos a uma fonte elétrica de energia, emitem luz. Dependendo da qualidade dos LED, o IRC pode variar entre 70 e 80% e a durabilidade das lâmpadas entre as 25000 e as 100000 horas (ECO.AP, 2018, p.94).

O rendimento luminoso dos LED têm vindo a evoluir desde a sua criação em 2007. Devido ao seu elevado rendimento em termos de conversão de energia elétrica em luz, à sua durabilidade, à sua atual disponibilidade em diferentes tamanhos e suportes (casquilhos) e pelo facto de utilizarem muito menos potência energética para produzir o mesmo fluxo luminoso, os LED têm-se tornado cada vez mais na melhor solução para a substituição de lâmpadas comuns tendo em vista a melhoria de eficiência energética das instalações de iluminação.

Com a crescente preocupação relativa à eficiência energética, no momento de escolher a lâmpada adequada e quando a substituir, é necessário ter-se em atenção parâmetros como o tempo de vida útil, potência, fluxo luminoso e temperatura.

De acordo com a Quercus, na habitação os valores ideais de temperatura devem variar entre os 2700 e os 5000 K. Para espaços com muita atividade como a cozinha, devem ser utilizadas lâmpadas com uma temperatura mais elevada (de cor fria, com um valor médio de 4000 K); por outro lado, para espaços de repouso como salas ou quartos, devem ser utilizadas lâmpadas com uma temperatura mais baixa (de cor quente, com um valor médio de 2700 K) (Quercus, 2016).

O comportamento do consumidor também é outro aspeto muito importante na redução de consumo, devendo-se desligar as luzes sempre que não forem necessárias. Neste contexto, devem-se também utilizar, sempre que possível, lâmpadas economizadoras de energia, visto que consomem até 80% menos energia mantendo o mesmo nível de iluminação.

Por outro lado, as lâmpadas de tungsténio-halogéneo devido ao tipo de luz, são mais adequadas para iluminar pontos exatos, como a bancada de cozinha ou a mesa de escritório (Comini *et al.* 2008). Contudo, para se validar a qualidade de uma lâmpada, tem de se começar por decifrar a etiqueta energética a esta associada.

3.2.5. Conforto térmico

As condições de conforto e de salubridade no interior dos edifícios são muito importantes para a qualidade de vida das pessoas, sendo um fator muito importante no momento de escolher a sua habitação.

O conforto térmico depende fundamentalmente de três fatores: índice de conforto térmico (tipo de edifício, tipo de atividade e tipo de utilizadores), qualidade da envolvente (soluções construtivas e tipo de materiais) e eficácia dos sistemas técnicos de climatização e/ou ventilação (ECO.AP, 2018, p.58).

As normas internacionais ISO ou ASHRAE que especificam as condições de conforto na avaliação de desempenho energético de edifícios, recorrem a índices de conforto térmico para determinarem os parâmetros ambientais interiores. Do ponto de vista ergonómico, o equilíbrio da temperatura do corpo humano depende de diversas variáveis individuais (metabolismo, temperatura do corpo, vestuário) e ambientais (temperatura e velocidade do ar interior, humidade relativa e temperatura na superfície dos elementos na área circundante).

As características construtivas dos edifícios (envolvente) definem muitas vezes o índice de conforto térmico dos utilizadores e um bom isolamento térmico é determinante na minimização das trocas térmicas excessivas entre o interior e o exterior de um edifício.

A utilização dos sistemas técnicos de climatização (aquecimento, arrefecimento e ventilação) deve ser adequada para fazer face às necessidades dos espaços e dos utilizadores. Neste âmbito, devem ser utilizados equipamentos com elevado rendimento de acordo com a sua etiquetagem energética, de forma a promover a eficiência energética.

3.2.6. Ventilação e climatização

Uma habitação com ventilação insuficiente pode gerar humidade através de vapores que se formam, afetando o conforto e a saúde dos seus habitantes. A renovação do ar do espaço interior da habitação, seja por ventilação natural ou mecânica, permite que haja uma redução da humidade e contaminação (Comini *et al.* 2008).

A necessidade de um edifício dispor de uma troca de ar nas condições consideradas ideais ao conforto e à saúde dos residentes, traduz-se num peso muito importante para a eficiência energética, devido a ser necessário, em muitos casos, utilizar sistemas de ventilação forçada (ou mecânica).

Estes sistemas permitem a permuta de ar em espaços onde não é possível utilizar a ventilação natural. Neste caso, a permuta de ar é proporcionada por “condutas de ventilação forçada ligadas aos espaços interiores através de extratores (destinados a extrair o ar parado ou poluído) e ventiladores (para injetar ar fresco)” (Comini *et al.* 2008, p.16), que, em regra geral, são os sistemas centralizados de aquecimento e ar condicionado (AVAC) utilizados nos grandes edifícios de serviços.

Na habitação particular, os sistemas de aquecimento e arrefecimento do ambiente são responsáveis por grande parte da fatura energética e pelas emissões poluentes associadas à sua utilização. Desta forma, a eficiência energética de um sistema de aquecimento e/ou arrefecimento será maior, quanto menor for o consumo de energia para manter as condições de temperatura adequadas ao bem-estar das pessoas.⁸

Tendo em vista a eficiência energética, a escolha do melhor sistema de climatização para a habitação deve começar na construção do edifício. Atualmente, as soluções construtivas passivas, utilizadas em edifícios de elevada eficiência energética, denominados de “*Passive House*”, permitem que haja uma menor necessidade de recorrer a climatização artificial.

Um bom isolamento térmico é também determinante para minimizar as trocas térmicas excessivas entre o interior e o exterior de um edifício, mas é importante que este isolamento seja acompanhado por elementos como paredes, coberturas, pavimentos, portas e vãos envidraçados, que estejam ao mesmo nível de desempenho energético, de forma a reduzir a necessidade de investir em sistemas de climatização ou reduzir a sua utilização.

⁸ As temperaturas de conforto na habitação variam (no inverno) entre os 18°C e 22°C e os 24°C e 26°C (no verão) (Carapeto, 2016, p.37).

3.2.7. Equipamentos

Os equipamentos domésticos tipificam-se tendo em conta o seu objetivo final, sejam para climatização, águas quentes sanitárias (AQS), cozinha, estudo e lazer (computadores, televisão) e/ou iluminação. Numa habitação em Portugal, em média, independentemente de dispor climatização, a maior contribuição para a fatura da eletricidade é referente aos equipamentos de cozinha. Para a fatura do gás, os equipamentos variam entre a cozinha e a produção de águas quentes sanitárias (ADENE, 2021).

Os equipamentos de frio (frigoríficos, combinados e arcas congeladoras) são dos eletrodomésticos que mais consomem energia nas habitações. No momento da escolha destes eletrodomésticos deve ter-se uma atenção redobrada no que se refere às necessidades da residência, nomeadamente a dimensão do equipamento (terá de ser adequada ao agregado familiar), etiqueta energética (para conhecer as características de consumo de água, eletricidade e ruído) e o preço (ponderação entre marcas de produtos).

Apesar dos aparelhos de refrigeração para uso doméstico não terem uma potência elevada, acabam por ter um consumo considerável (superior ao de equipamentos de elevada potência), uma vez que se encontram ligados permanentemente e só são desligados para limpeza ou em períodos de ausência prolongada (ADENE, 2021).

A classificação energética dos equipamentos é muito importante para a eficiência energética. Por exemplo, um frigorífico combinado classe D, por ter baixa eficiência, apresenta um consumo 476 kWh/ano, enquanto um equipamento com características semelhantes de classe A+++, representa uma redução anual de 70 euros (ADENE, 2021).

Boas práticas indicam que para se poupar e não desperdiçar desnecessariamente energia, não se deve comprar um equipamento com mais capacidade do que se necessita. O consumo energético de um frigorífico é idêntico, quer esteja cheio ou apenas a meia capacidade (Comini *et al.* 2008). Um casal, por exemplo, deverá ter um frigorífico com capacidade entre 150 e 250 litros e um congelador com capacidade entre 50 e 60 litros (Coelho 2018, p.19).

Por outro lado, com pequenos gestos diários pode-se ter ganhos de energia, como descongelar alimentos no frigorífico em vez de os colocar no exterior. Descongelar os alimentos antes que a camada de gelo atinja os 3 mm de espessura, permite poupanças de energia até 30%

(ADENE). Não se deve também arrefecer comida quente no frigorífico, no sentido de evitar a formação de condensação nas paredes e reduzir o consumo energético (Comini *et al.* 2008).

De forma a reduzir as perdas de frio, devem-se verificar sempre as borrachas das portas, se estão gastas ou sem capacidade de estanquicidade, e abrir a porta do frigorífico só estritamente quando necessário, fechando-a rapidamente. Outra medida importante, é instalar os aparelhos de refrigeração na área mais fria da cozinha, deixando-os com um espaço de 10 cm para a parede, de forma a permitir uma ventilação adequada.

As máquinas de lavar e secar são também dos eletrodomésticos com maior uso numa habitação. Com a evolução da tecnologia, as máquinas atuais permitem um maior controlo na sua utilização de forma a terem um impacto ambiental mais reduzido.

Existem modelos com tecnologia *wireless* incorporada que permitem controlar os equipamentos remotamente e definir a hora a que os equipamentos são ligados e desligados, quantidade de detergente, temperatura da água, velocidade de rotação do tambor, centrifugação e a quantidade de roupa (ADENE, 2021).

Avaliar a classificação energética de um equipamento é essencial para reduzir a fatura energética. Por exemplo, ao substituir uma máquina de lavar roupa com 10 anos, por uma de classe A+++, pode-se reduzir a fatura de energia em 21 euros por ano (ADENE, 2021). No caso da máquina de lavar loiça, a poupança pode atingir os 27 euros por ano e para as máquinas de secar, como têm uma potência elevada, as poupanças podem chegar perto dos 68 euros anuais.

Segundo a DECO (2019), atualmente, a maioria das máquinas de lavar loiça no mercado têm classe energética A++ ou A+++. Optar pela utilização dos programas eco, é uma mais valia para se conseguir poupar ao longo de todo o ciclo de vida dos equipamentos.

Em média, o programa normal ou automático gasta 13 litros de água por ciclo, que considerando a água a 45°C, representa 2 kWh por lavagem. No ciclo económico (programa eco), o consumo baixa para 0,8 kWh, o que significa que se pode poupar mais de metade da energia. Comparativamente ao programa principal, o programa eco, em média, poupa até 25% de

eletricidade por lavagem (valor aumenta se se prescindir da pré-lavagem) e, apesar de demorar mais tempo a operar, utiliza aproximadamente menos 3 litros de água por ciclo⁹.

No caso das máquinas de secar roupa, normalmente funcionam mais no outono e no inverno devido ao clima do país e consomem bastante energia. Existem dois grupos de máquinas de secar: por exaustão e por condensação.

As máquinas de secar por exaustão retiram a humidade da roupa através de um tubo ligado ao exterior da habitação. Apesar de terem um custo de aquisição mais reduzido comparativamente às máquinas de secar por condensação, podem causar algum desconforto térmico pelo facto de terem de estar situadas junto a janelas. As máquinas de secar por condensação possuem um reservatório de acumulação de água ou podem ser ligadas diretamente à canalização da habitação para escoamento do produto resultante da condensação.

Saber a diferença é relevante para a eficiência energética, porque os equipamentos por condensação são mais eficientes e, portanto, deverão ser a opção de escolha entre os dois tipos de máquinas de secar roupa.

Um dos equipamentos com maior presença nas cozinhas portuguesas é o forno, utilizado para confeccionar refeições. Sendo uma atividade contínua e de extrema importância para a vida humana, a eficiência energética deste equipamento é da maior importância.

Os fornos podem ser a gás ou elétricos. Em termos energéticos, os fornos a gás são a melhor opção, porque apesar do gás ser um combustível fóssil, o seu consumo não produz cinzas ou resíduos sólidos. Contudo, os fornos a gás são muitas vezes compostos por outros equipamentos elétricos, tais como “*grills*” e ventiladores, que implicam consumos mais elevados.

Na escolha por fornos elétricos, devem ser preferidos equipamentos com ventilação para se conseguir manter uma temperatura homogénea no seu interior através da circulação do ar, reduzindo o consumo de energia. Além disso, a ventilação interna permite cozinhar vários alimentos em simultâneo, poupando tempo e energia (Comini *et al.* 2008).

⁹ Quem possua tarifa de eletricidade bi ou tri-horária, deve utilizar o programa eco durante a noite, onde o custo do kWh é mais baixo (DECO, 2019).

Na utilização do forno não se deve abrir desnecessariamente, pois perde-se no mínimo 20% de energia acumulada no seu interior. Por norma, não é necessário pré-aquecer o forno para cozinhados com duração superior a uma hora e os recipientes que se devem utilizar são de cerâmica ou vidro para melhor reterem o calor (ADENE, 2021).

Para o caso do micro-ondas, há pequenas medidas que se podem adotar para fazer a diferença no consumo deste aparelho. Deve-se utilizar este equipamento sempre que as características dos alimentos o permitam, visto que consomem metade da energia consumida pelos fornos tradicionais porque o tempo de cozedura é reduzido em 25% (Comini *et al.* 2008). Para descongelar alimentos é aconselhável a não utilização deste equipamento, devendo-se optar pelo descongelamento natural.

Os consumos em *standby*¹⁰ na habitação podem representar até 10% da fatura de eletricidade (ADENE, 2021). O micro-ondas é um aparelho que tem um *standby* elevado pelo que é necessário evitar utilizar essa energia, desligando o equipamento sempre que não está a ser utilizado.

Os restantes eletrodomésticos, como torradeira e máquina de café, e aparelhos de multimédia (televisão, consolas de jogo, rádio, despertadores, *box* da televisão ou internet, computadores fixos e portáteis e telemóveis) são conhecidos pelos modos de *standby* e *off-mode*¹¹, ocupando 5% da conta anual de eletricidade (Coelho, 2018, p.23). A forma mais simples de eliminar qualquer desperdício de energia, é ligar todos os aparelhos numa tomada de corrente múltipla equipada com um interruptor, para que quando este for desligado, todos os aparelhos deixem de consumir energia.

¹⁰ Energia consumida pelos vários equipamentos elétricos quando estes se encontram em modo de espera, ou seja, quando são desligados através do comando remoto (ADENE).

¹¹ *Off-mode* ou consumo fantasma, é quando o equipamento apresenta consumo de energia sem desempenhar a sua função principal e sem indicação visível de algum consumo (ADENE).

3.2.8. Águas quentes sanitárias e águas pluviais

A produção de águas quentes sanitárias representa 24% do consumo energético total da habitação (ADENE, 2021). Tanto nos edifícios habitacionais como coletivos, as torneiras são os equipamentos mais comuns e fundamentais nas cozinhas e casas de banho e o seu consumo varia maioritariamente com o caudal, frequência e duração das utilizações.

A frequência e duração da utilização de água quente na habitação são fatores comportamentais que podem ser corrigidos e/ou diminuídos com algumas atitudes. De forma a reduzir o consumo associado à produção de águas quentes, deve-se instalar um economizador de água (reductor de caudal), que irá reduzir o consumo de água, assim como a quantidade de energia necessária ao seu aquecimento. Os redutores de caudal permitem reduzir mais de 50% o fluxo de água, proporcionando ao utilizador a mesma sensação de utilizar a mesma quantidade de água.

Por exemplo, a utilização de uma torneira convencional (caudal igual a 8L/min) para água quente durante 15 minutos, corresponde a um consumo anual de 70 euros, enquanto a mesma torneira com economizador (caudal igual a 2L/min), corresponde a uma redução de 50 euros anuais (ADENE, 2021).

Na maioria das habitações, a água quente para uso doméstico é obtida com recurso a esquentador a gás ou termoacumulador elétrico, à exceção de quando existem unidades de aquecimento central, que produzem água quente (Comini *et al.* 2008). Uma instalação de AQS é habitualmente constituída por: uma rede de abastecimento de água fria, equipamento(s) de produção e/ou armazenamento de água quente, rede de distribuição de água quente e ponto de consumo de água quente (ECO.AP, 2018). No caso dos equipamentos de produção e armazenamento de água quente, em muitos casos, são comuns aos sistemas de climatização, como por exemplo, as caldeiras que produzem AQS e também podem ser utilizadas na climatização.

Existem dois tipos de sistemas de AQS: os sistemas instantâneos (ou seja, que aquecem a água quando solicitado) que fazem parte os esquentadores a gás, elétricos e as caldeiras murais) e os sistemas de acumulação (caldeira, bomba de calor, termoacumuladores de resistência elétrica e painéis solares), que tal como o nome indica, uma vez a água aquecida, é armazenada para uso posterior num tanque acumulador isolado (Carapeto, 2016, p.38).

Os sistemas de acumulação mais utilizados na produção centralizada de AQS são os sistemas de caldeira com acumulador integrado e dentro dos tipos de equipamento de produção de AQS, as bombas de calor ar-água são os dispositivos elétricos mais eficientes (ADENE, 2019).

Em muitas habitações, as perdas de água estão associadas à inadequada escolha de materiais para os sistemas de abastecimento de água na fase de projeto ou à sua incorreta instalação. É necessário verificar as tubagens (manutenções periódicas) e antecipar a degradação dos materiais (deposição de calcário) no sentido de prevenir eventuais consumos de água desnecessários.

Em termos de redução de consumo de eletricidade, pode-se definir a temperatura da água entre os 50°C e 55°C, não sendo necessário aquecê-la a valores superiores (Coelho, 2018, p. 26).

Associado a um gasto de grandes volumes de água está a rega de espaços exteriores, assim como jardins, lavagem de pátios e acessos privados, via pública, enchimento de piscinas, lavagem de carros, etc. Uma solução para a redução do consumo de água passa pela instalação de sistemas de aproveitamento de águas pluviais para abastecimentos que não coloquem em causa a saúde pública. Tratando-se de água não potável, as utilizações mais passíveis de funcionar com este tipo de sistema são: sistemas de rega, descargas de autoclismos, lavagem de espaços comuns e zonas verdes e sistemas de combate a incêndios.

3.2.9. Etiquetagem

A certificação energética de edifícios deve descrever e classificar do ponto de vista de eficiência energética, o desempenho energético de um edifício ou fração autónoma, com base nas suas características térmicas. Através de uma escala pré-definida de A+ a F, o certificado indica qual a classe energética (onde A+ é o máximo de eficiência) e qual o desempenho para o aquecimento e arrefecimento do ambiente e AQS (ADENE, 2017).

Antes de se adotarem quaisquer medidas de melhoria de consumos energéticos na habitação, há que obter um diagnóstico prospetivo do estado energético do edifício, para saber em concreto que medidas serão mais eficazes consoante o resultado da auditoria energética.

No contexto do programa Horizonte 2020, o projeto europeu Label Pack A+ entrou em vigor a 26 de setembro de 2015, com o objetivo de apoiar e promover a regulamentação da

etiquetagem energética de produtos e sistemas de aquecimento de ambiente e de água quente (ADENE, 2017).

A escala de eficiência energética de produtos apresentava tipicamente sete classes, de A a G. Com a entrada deste programa, sempre que era atribuída uma etiqueta a um produto, previa-se que a mesma era revista tipicamente em dois anos, sendo introduzidas novas classes energéticas (A+, A++ e A+++) à etiqueta no sentido de motivar os fabricantes a desenvolver soluções mais eficientes, eliminando as classes inferiores (E, F e G) (figura 2).



Figura 2 - Escala de eficiência energética de produtos.

Fonte: Retirado de ADENE, 2017.

A diferença de eficiência entre as classes A podia ser muito significativa, podendo representar uma redução no consumo até menos 30% ou até mesmo 60% no caso dos aparelhos de refrigeração.

Atualmente a etiqueta energética de produtos encontra-se de regresso à escala de A a G, de forma ao consumidor conseguir identificar mais facilmente os produtos mais eficientes no mercado. A escala de A+++ a G tornou-se menos eficaz pelo facto das etiquetas envolverem muitos “+”, tornando mais difícil a diferenciação entre as classes de produtos. Além disso, a grande maioria dos produtos no mercado já se encontram nas classes superiores da escala (A a A+++), dificultando a distinção entre os produtos mais eficientes.

A partir do dia 1 de março de 2021, os grupos de produtos que se encontram abrangidos pela nova regulamentação de etiquetagem energética são:

- Aparelhos de refrigeração, como frigoríficos e congeladores, incluindo aparelhos de armazenagem de vinhos;
- Máquinas de lavar roupa e máquinas combinadas de lavar e secar roupa;
- Máquina de lavar louça;
- Ecrãs eletrónicos, incluindo televisores, monitores e ecrãs de sinalização digitais.

No dia 1 de setembro de 2021 serão implementadas as novas etiquetas nas lâmpadas. Para os restantes grupos de produtos, como por exemplo, ar condicionados, secadores de roupa e aquecedores de ambiente e água, as novas etiquetas serão revistas em 2022 e introduzidas assim que os respetivos regulamentos específicos da União Europeia entrem em vigor. Nestes casos as classes A+ ainda serão utilizadas.

Como nos encontramos numa fase de transição, podem-se encontrar duas etiquetas energéticas num mesmo produto (figura 3). Estas diferem não só no formato e grafismo, mas também nas metodologias de cálculo das classes energéticas dos produtos, sendo expectável que na nova etiqueta energética esteja uma classe de eficiência inferior à da etiqueta antiga.

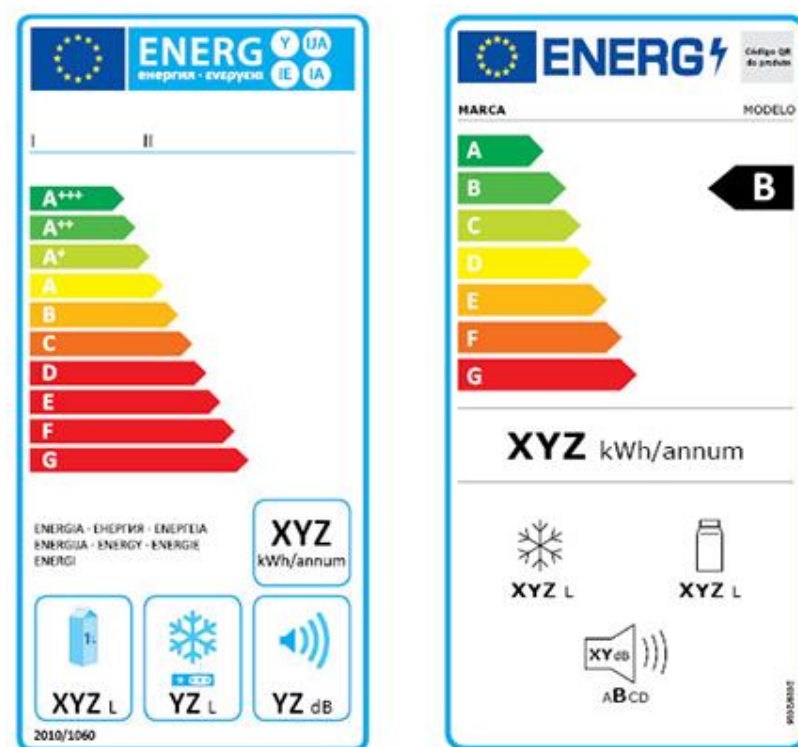


Figura 3 - Nova etiqueta energética. Representação de um produto reescalado.

Fonte: Retirado de Silva, 2020.

Ambas as etiquetas apresentam a mesma informação que é comum a todas as categorias de produtos¹²: nome do fornecedor ou marca e identificação do modelo, classe de eficiência energética, escala de eficiência energética através de setas coloridas que distinguem os produtos mais eficientes dos menos eficientes (varia consoante a categoria de produto), consumo anual de energia em kWh e pictogramas que evidenciam algumas das características dos produtos etiquetados (varia consoante a categoria de produto) (ADENE, 2017).

A principal diferença da nova etiqueta é o reescalonamento da classe de eficiência energética do produto. Os equipamentos mais eficientes situar-se-ão na classe B ou nas classes inferiores. A classe A manter-se-á vazia para encorajar os fabricantes a desenvolverem equipamentos mais eficientes (Silva, 2020).

Derivado aos ajustamentos dos métodos de cálculo, por exemplo, no caso das máquinas de lavar roupa, o cálculo é realizado para 100 ciclos de lavagem na nova etiqueta enquanto na etiqueta antiga o cálculo era baseado numa utilização anual. No caso dos televisores, é agora considerado o consumo dos componentes internos e não apenas do ecrã (CE, 2021).

Outra novidade da nova etiqueta é o código QR que encaminhará o consumidor para a base de dados do Registo Europeu de Produtos para a Etiquetagem Energética (EPREL), gerida pela União Europeia, onde se poderá ver e fazer *download* da ficha técnica dos produtos.

¹² Na etiqueta energética de aquecedores de ambiente e de água e na etiqueta de fornos é apresentado no canto superior esquerdo, um pictograma indicativo da funcionalidade de aquecimento (ambiente ou preparação de água quente) ou a fonte de energia (elétrica ou gás) (ADENE, 2017).

3.2.10. Integração de Energias Renováveis

Segundo o Programa de Eficiência Energética na Administração Pública, as principais fontes de aproveitamento dos recursos endógenos renováveis com aplicabilidade nos edifícios e infraestruturas da Administração Pública são a biomassa e o solar térmico e fotovoltaico (ECO.AP, 2018, p. 136).

A biomassa é a fração biodegradável de produtos oriundos de atividades pecuárias ou agrícolas assim como resíduos industriais e urbanos com potencial energético. A sua utilização mais tradicional é o aproveitamento de lenhas em vivendas unifamiliares e é uma excelente opção para combinar com a energia solar térmica na produção de água quente e aquecimento do ambiente (Comini *et al.* 2008). Os recuperadores de calor a “*pellets*”¹³ apresentam elevados rendimentos na produção de calor e devem ser utilizados na reabilitação de edifícios para os tornar mais eficientes.

Os painéis solares térmicos são a tecnologia mais difundida de aquecimento de águas com fontes de energia renováveis. Um sistema bem qualificado e devidamente dimensionado, pode permitir uma poupança de 70% dos custos de energia necessários para a produção de água quente.

No caso dos sistemas fotovoltaicos, o autoconsumo pode levar a uma redução de 80% da fatura energética (ADENE, 2021). Nos últimos anos, a instalação de sistemas solares fotovoltaicos de pequena dimensão tem aumentado, simplificando o processo de instalação e garantindo uma melhor remuneração da energia produzida para o consumidor.

Atualmente, a instalação de um sistema fotovoltaico tem um retorno de investimento num período de 4 a 5 anos e torna a habitação mais eficiente, podendo aumentar a sua classe energética.

¹³ São “cilindros uniformes e homogêneos, densos e compactos, feitos a partir de serrim de madeira ou resíduos florestais, com dimensões normalizadas” (ECO.AP, 2018, p.138).

3.3. Legislação, políticas e apoios criados para o reforço da eficiência energética em edifício

O setor dos edifícios é responsável pelo consumo de aproximadamente 40% da energia final na Europa. Ao nível da União Europeia tem-se vindo a definir um conjunto de medidas com vista a promover a melhoria do desempenho energético e das condições de conforto dos edifícios.

Para fazer face a esta situação, a Diretiva 2002/91/CE, de 16 de dezembro – Desempenho Energético de Edifícios, foi elaborada com o objetivo de impor aos Estados-Membros a emissão de Certificados Energéticos para edifícios. A Diretiva assenta em quatro pilares:

- Num método de cálculo comum de desempenho energético integrado dos edifícios;
- Numa definição de padrões mínimos de desempenho energético em edifícios novos e em edifícios existentes que estejam a ser objeto de renovações profundas;
- Em certificação energética de edifícios novos e existentes e na afixação de certificados de desempenho energético e outras informações relevantes em edifícios públicos;
- Na inspeção regular de caldeiras e sistemas de ar condicionado nos edifícios e avaliação da eficiência energética dos sistemas de aquecimento central com caldeiras superiores a 15 anos.

Foi também elaborada a Diretiva 2006/32/CE, de 5 de abril – Eficiência do Uso Final de Energia e Serviços de Energia - que tem por objetivo aumentar a eficiência do uso final de energia, aplicando-se a distribuidores, operadores de sistemas de distribuição, empresas de venda e utilizadores finais de energia. O principal objetivo desta medida era atingir uma poupança de energia nacional de 9% até 2016, através de uma redução anual média de 1% no consumo.

Ao nível nacional, a legislação portuguesa definiu, através do Decreto-Lei n.º 78/2006, 4 de abril, o Sistema Nacional de Certificação Energética e da Qualidade do Ar Interior nos Edifícios (SCE), onde se encontra estipulada a obrigatoriedade de certificação energética em edifícios novos e frações autónomas e em todos os edifícios vendidos ou alugados.

O Decreto-Lei n.º 79/2006, de 4 de abril, que aprova o novo Regulamento dos Sistemas Energéticos de Climatização em Edifícios (RSECE), estabelece:

- i) Os requisitos em termos de conforto térmico, renovação, tratamento e qualidade do ar interior;
- ii) Os limites máximos de consumo de energia nos grandes edifícios de serviços existentes e para todo o edifício, em particular, para a climatização;
- iii) As condições de manutenção dos sistemas de climatização para garantia de qualidade e segurança;
- iv) As condições de monitorização e de auditoria de funcionamento dos edifícios em termos dos consumos energéticos e qualidade do ar interior.

O Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Habitação (REH) (2015), estabelece requisitos para novos edifícios de habitação e sujeitos a intervenções, assim como parâmetros e metodologias de caracterização do desempenho energético, em condições nominais, de todos os edifícios de habitação e dos sistemas técnicos. Este documento visa promover a melhoria do comportamento térmico dos edifícios de habitação, a eficiência dos seus sistemas técnicos (conforto ambiente e redução das necessidades energéticas) e a minimização do risco de ocorrência de condensações superficiais nos elementos da envolvente opaca e envidraçada.

O Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Comércio e Serviços (RECS) (2015) estabelece as regras a ter em conta nas fases de projeto, construção, alteração, operação e manutenção de edifícios de comércio e serviços e seus sistemas técnicos. São estabelecidos neste documento, os requisitos necessários para a caracterização do desempenho energético, com o objetivo de promover a melhoria da eficiência energética e a qualidade do ar interior.

No âmbito do PNAEE 2016, a área Residencial e Serviços abrange três programas de melhoria de eficiência energética:

- **Renove Casa & Escritório** – Medidas destinadas a potenciar a eficiência energética na iluminação (substituição de lâmpadas de baixa eficiência energética), eletrodomésticos (substituição de eletrodomésticos e de outros equipamentos elétricos para uso essencialmente doméstico) e reabilitação de espaços (intervenções na envolvente dos edifícios, nomeadamente superfícies envidraçadas; isolamento térmico de coberturas, pavimentos e paredes; e aplicação de recuperadores e calor nas unidades de alojamento);

- **Sistema de Eficiência Energética nos Edifícios** – Medidas resultantes do processo de certificação energética nos edifícios, com o objetivo de obrigar os novos edifícios ou grandes reabilitações a atingir uma quota mínima por classe (B- a A+);
- **Integração de fontes de Energia Renováveis Térmicas/Solar Térmico** – Medidas dirigidas à promoção de uma maior integração de fontes de energia renovável nos edifícios e equipamentos residenciais e de serviços.

No Programa Operacional Sustentabilidade e Eficiência no Uso de Recursos (POSEUR), de 16 de dezembro de 2014, foi definido como eixo prioritário apoiar a transição para uma economia com baixas emissões de carbono em todos os setores, enquadrando-se a eficiência energética na habitação neste financiamento, sendo os principais beneficiários, as entidades gestoras de instrumentos financeiros para a promoção de eficiência energética na habitação (tendo como destinatários finais os titulares de frações autónomas, de edifícios ou fogos de habitação particular) e a ADENE, para elaborar campanhas de sensibilização e promoção da eficiência energética na habitação. As tipologias de operações destinam-se a intervenções na envolvente opaca e envidraçada, para melhorar o isolamento térmico e o desempenho energético, nos sistemas técnicos de AQS, de iluminação e AVAC para melhorar a sua eficiência, em energias renováveis para autoconsumo (máx. de 30% do investimento) e em auditorias, estudos e diagnósticos e avaliação do desempenho das medidas.

O Programa “Casa Eficiente 2020”, de 1 de março de 2018, também visa conceder empréstimo a operações que promovam a melhoria do desempenho ambiental dos edifícios de habitação particular, sobretudo para eficiência energética e hídrica, podendo candidatar-se proprietários de prédios residenciais, frações autónomas e condomínios (partes privadas e comuns) de qualquer ponto do país.

No decorrer de 2020 e com continuidade em 2021, o Programa de Apoio a Edifícios Mais Sustentáveis, enquadrado no Programa de Estabilização Económica e Social (PEES), aprovado pela Resolução do Conselho de Ministros n.º 41/2020 de 6 de junho, estabelece um conjunto de medidas de eficiência energética, nomeadamente intervenções em edifícios que visem a sua sustentabilidade e a reabilitação energética, constituindo um importante contributo para a resiliência climática dos edifícios, das cidades e, por consequência, do próprio país.

3.4. Políticas de incentivo à produção de energia solar fotovoltaica e legislação em vigor

O governo português, através do Decreto-Lei n.º 162/2019 de 25 de outubro, aprovou o regime jurídico aplicável ao autoconsumo¹⁴ de energia renovável, bem como o regime jurídico aplicável às comunidades de energia renovável, transpondo parcialmente a Diretiva 2018/2001, do Parlamento Europeu e do Conselho de 11 de dezembro de 2018, que veio reformular a Diretiva 2009/28/CE do Parlamento Europeu e do Conselho de 23 de abril de 2009, relativa à promoção da utilização de energia proveniente de fontes renováveis.

O novo regime apoia a produção descentralizada de eletricidade a partir de FER. Neste contexto, a energia produzida e o excedente do autoconsumo pode ser transacionada em mercado organizado ou bilateral, incluindo através de: i) contrato de aquisição de energia renovável; ii) participante no mercado contra o pagamento de um preço acordado entre as partes; iii) facilitador de mercado (ENSE, 2019).

Através de Unidades de Produção de Autoconsumo (UPAC), podem aceder à atividade de autoconsumo:

- Autoconsumidores individuais;
- Autoconsumidores coletivos, organizados em condomínios de edifícios em regime de propriedade horizontal ou não;
- Grupo de autoconsumidores situados no mesmo edifício ou zona de apartamentos ou de moradias, em relação de vizinhança próxima, unidades industriais, comerciais ou agrícolas, e demais infraestruturas localizadas numa área delimitada;
- Comunidades de energia renovável.

Desta forma, é assegurado ao consumidor final de energia elétrica o direito de produzir e armazenar eletricidade para consumo próprio, bem como para entregar a produção excedente a terceiros ou à rede elétrica de serviço público (RESP).

¹⁴ O consumo assegurado por energia elétrica produzida por Unidade de Produção para Autoconsumo (UPAC) e realizado por um ou mais autoconsumidores de energia renovável (art. 2.º, alínea d)).

4. Comunidades de energia renovável: um modelo a adotar em condomínio no futuro?

4.1. Definição de Comunidade de Energia Renovável (CER)

O acordo político sobre os principais atos legislativos que formam o pacote “Energia limpa para todos os europeus” veio influenciar o futuro do cenário energético. Em junho de 2018 foi acordado ao nível da União Europeia um quadro jurídico para a produção e consumo de energia, como parte da reformulação da Diretiva 2018/2001 do Parlamento Europeu e do Conselho de 11 de dezembro de 2018 relativa à promoção da utilização de energia de fontes renováveis. Os 28 Estados-Membros têm até junho de 2021 para transpor a Diretiva para a legislação nacional, dando oportunidade aos consumidores de energia para consumir, armazenar ou vender os recursos energéticos gerados nas suas instalações (Lowitzsch *et al.*, 2019).

Segundo o artigo 21.º da Diretiva, os Estados-Membros asseguram que os autoconsumidores de energia renovável, têm o direito de (EUR-Lex, 2018):

- Produzir energia a título individual, “para consumo próprio, armazenar e vender a sua produção excedentária, através de contratos de aquisição de energia renovável, de fornecedores de eletricidade e de regimes de comercialização entre pares, sem estarem sujeitos a procedimentos discriminatórios” (EUR-Lex, 2018, p.39) ou desproporcionados e a qualquer tarifa ou encargo, à exceção se a eletricidade renovável produzida pelo autoconsumidor for produzida em instalações com uma capacidade elétrica total instalada superior a 30 kW;
- Instalar e operar sistemas de armazenamento de eletricidade combinados com instalações que produzam eletricidade renovável para autoconsumo, sem serem penalizados duplamente ao nível de encargos de acesso à rede;
- Receber uma remuneração, através de regimes de apoio, se aplicável, pela eletricidade renovável de produção própria fornecida à rede, refletindo o seu valor de mercado e de longo prazo para a rede, ambiente e sociedade;
- Exercer coletivamente as atividades de partilha de energia renovável produzida no seu local, por exemplo mesmo imóvel, ou nos seus locais, inclusivamente em blocos de apartamentos, “sem prejuízo dos encargos de acesso à rede e de outros

encargos, tarifas, taxas e impostos, aplicáveis a cada autoconsumidor” (EUR-Lex, 2018, p.39).

A Comissão entende que uma maior utilização de energia de fontes renováveis desempenha um papel fundamental na promoção da segurança do aprovisionamento energético, do abastecimento de energia sustentável a preços acessíveis, assim como é fator fundamental para a liderança industrial e tecnológica. Em simultâneo, origina vantagens ambientais e na saúde e aumenta as oportunidades de emprego, sobretudo em áreas rurais e isoladas ou em territórios com baixa densidade populacional.

Em especial, a promoção da utilização de energia renovável nos setores da eletricidade, do aquecimento e do arrefecimento, bem como no setor dos transportes, são instrumentos eficazes para reduzir as emissões de gases com efeito de estufa na União e a dependência energética. Neste contexto, de acordo com o artigo 22.º da Diretiva, os Estados-Membros asseguram que os consumidores finais, em particular os do setor doméstico, tenham o direito de participar numa comunidade de energia renovável. Segundo Lowitzsch *et al.*, (2019), as comunidades energéticas e a copropriedade do consumidor em energia renovável, são pilares essenciais para o sucesso geral da transição energética.

Sendo assim, importa perceber o que significa. O que se entende por **comunidade de energia renovável**?

Uma comunidade de energia pode abranger vários aspetos e atividades diferentes. O conceito de comunidade de energia renovável é muito amplo e foram feitas várias tentativas por organizações para a definir.

A Agência Internacional de Energia Renovável (IRENA), por exemplo, define CER como “a participação e/ou propriedade económica e operacional de cidadãos ou membros de uma comunidade num projeto de energia renovável” (Bolle, 2019, p.4). De um modo geral, pode-se afirmar que o que caracteriza a CER é a produção e distribuição de energia realizada por intervenientes locais (Cachinho, 2017). O seu objetivo principal não passa pela obtenção de lucros financeiros, mas sim fornecer condições ambientais, económicas e benefícios sociais ou comunitários para os seus acionistas e membros ou áreas locais onde opera.

As CER seguem o princípio da autonomia e proximidade, baseando-se na participação aberta e voluntária de cada consumidor, controlada por acionistas ou membros próximos ao projeto. Estes *stakeholders* são pessoas físicas, pequenas e médias empresas ou autoridades locais, incluindo municípios (Bolle, 2019).

As cidades têm sido frequentemente consideradas laboratórios para ampliar a adoção de serviços e infraestruturas de energia renovável e também programas de eficiência energética. Contudo, tem-se dado menos atenção a quem possui, controla e beneficia das novas infraestruturas e tecnologias de energia. As comunidades de energia renovável procuram colmatar esta lacuna.

As comunidades de energia renovável dão ênfase a projetos que envolvam a liderança e o controlo, bem como o benefício das comunidades locais. As autoridades locais e regionais podem apoiar esta dinâmica de energia comunitária, envolvendo um distrito inteiro na mudança do fornecimento de energia e padrões de consumo; identificando, financiando ou operando uma série de projetos verdes heterogêneos, através da parceria com indivíduos e cooperativas; e, envolvendo os cidadãos no planeamento local de infraestruturas e políticas de energia.

De um modo geral, as estruturas organizacionais das iniciativas comunitárias de energia variam e incluem formas legais distintas, tais como parcerias público-privadas com autoridades locais, cooperativas, fundações, sociedades de responsabilidade limitada, organizações sem fins lucrativos, associações habitacionais e propriedade municipal (Crook *et al.*, 2018).

O modelo de comunidade de energia renovável mais adotado a nível europeu, principalmente em países como a Dinamarca, Alemanha e Holanda, são as cooperativas energéticas (Cachinho, 2017). A Alemanha, lidera este modelo porque estabeleceu mecanismos de apoio que estimularam principalmente os cidadãos e as cooperativas a investir na produção de energia, como a redução das taxas de *feed-in tariff*¹⁵ (FIT) e dos custos de bateria (Vansintjan, 2015).

Uma vez que as FIT para sistemas de painéis solares fotovoltaicos são reduzidas, existe atualmente um grande aumento de países em que as taxas são significativamente mais baixas do

¹⁵ Mecanismo utilizado por políticas públicas destinadas a acelerar o investimento em tecnologias de energias renováveis. As FIT consistem na oferta de contratos de longa duração (normalmente de 20 anos), para produtores de energias renováveis, normalmente com base no custo de geração de cada tecnologia.

que o preço de retalho da eletricidade. A descida do preço dos sistemas de bateria de íon-lítio (li-ion), que oferecem melhor rendimento que as baterias de chumbo-ácido, também permitiu um potencial favorável à economia de consumo próprio de energia.

Uma das primeiras comunidades de energia renovável foi construída em 1978, o projeto Tvindkraft, na cidade de Ulfborg, Dinamarca. A ascensão das cooperativas eólicas deu-se depois da crise do petróleo de 1973, e este é o exemplo mais impactante em que os cidadãos se juntaram (mais de 400 pessoas) a partir de 29 de maio de 1975, para construir a maior turbina eólica da época. A construção da turbina serviu: para produzir a energia necessária para as escolas de Tvind, como argumento sólido contra a introdução da energia nuclear, para mostrar o poder da auto resiliência do povo e mostrar como a energia eólica se tornava barata a longo prazo (Vansintjan, 2015).

Mais tarde, depois do desastre nuclear de Chernobyl de 1986, deu-se a ascensão de cooperativas de energia, como por exemplo, a Ecopower (1992, Bélgica) e a ElektrizitatsWerke Schonau (EWS) (1991, Alemanha).

A Ecopower cvba foi fundada de acordo com a legislação belga, apoiada em três objetivos principais: investir em energia renovável, fornecer eletricidade total originada por energia renovável aos membros da cooperativa e promover o uso racional de energia, energias renováveis e o modelo de negócio cooperativo em geral.

O seu funcionamento prende-se fundamentalmente na utilização dos recursos financeiros do maior número possível de acionistas em projetos de energia renovável. Cada acionista pode comprar até um limite de 50 ações, em que cada ação tem um custo de 250 euros (valor fixo num período de 6 anos para evitar flutuações no capital). Cada acionista tem direito a um voto na assembleia geral, independentemente do número de ações que possua e a lei obriga a limitar o dividendo anual a um máximo de 6% por ação.

A EWS foi criada na modalidade societária alemã “GbR” e transformou-se em cooperativa em 2009. Decidiu comprar a rede quando foi fundada, para poder reorganizá-la de acordo com os princípios sustentáveis, mas o mercado de energia ainda estava dependente das operadoras de rede que se podiam recusar a aceitar a entrada de energia nas suas redes, e caso aceitassem, podiam definir o preço. Para contornar esta situação, a EWS incentivou os cidadãos a instalar unidades de produção de energia renovável, através da facilitação de conexão à rede e mediante pagamento de

FIT especiais, e alterou a estrutura tarifária para os seus clientes, ou seja, não haveria custos mensais, mas sim preços elevados por kWh, obrigando a que os consumidores economizassem energia (Vansintjan, 2015).

Uma característica das cooperativas é a existência de um modelo de negócios variado e que depende da identidade de local e das próprias pessoas que as constituem. Os principais métodos remuneratórios são (Cachinho, 2017):

- Venda direta ou distribuição por uma rede local (método frequente em países como a Alemanha, para beneficiarem de preços mais baixos como fruto da aplicação de regimes remuneratórios garantidos);
- Fornecimento de serviços de eficiência energética e instalação de painéis fotovoltaicos (nesta situação a cooperativa é remunerada pelo serviço e os clientes poupam na sua fatura de eletricidade);
- Angariação de fundos para os investimentos (forma mais convencional de obtenção de recursos financeiros).

Em Portugal, existe só uma cooperativa de energias renováveis, a Coopérnico. A cooperativa foi fundada em 2012 com o objetivo de juntar cidadãos e organizações que partilhem a vontade de ser agentes ativos na promoção de um modelo energético sustentável. Os membros da cooperativa investem em pequenos projetos de energia renovável que geram benefícios económicos (com a venda da eletricidade produzida) e ambientais (com a produção de eletricidade limpa) e distribui-se os benefícios gerados entre a sociedade, os investidores e o meio ambiente. A maioria dos seus apoios aliam-se a projetos de solidariedade e educacionais como creches, lares de idosos e associações locais. A Coopérnico encontra-se atualmente a comercializar eletricidade em Portugal Continental e promove a transição para um modelo energético 100% renovável.

4.2. Análise do potencial solar para produção de eletricidade

A análise da disponibilidade anual e variabilidade de radiação solar é uma informação muito importante, tanto para efeitos de *due diligence* e financiamentos de projetos de energia solar de grande dimensão, como para o utilizador comum que pretenda instalar um sistema solar (fotovoltaico, AQS, aquecimento ambiente) e estimar a produção energética e consequentemente a viabilidade económica.

De acordo com a disponibilidade anual de radiação solar em Portugal, verifica-se que a disponibilidade é superior na região sul (figura 4A). Este fator deve-se ao elevado número de horas de sol que a região apresenta.

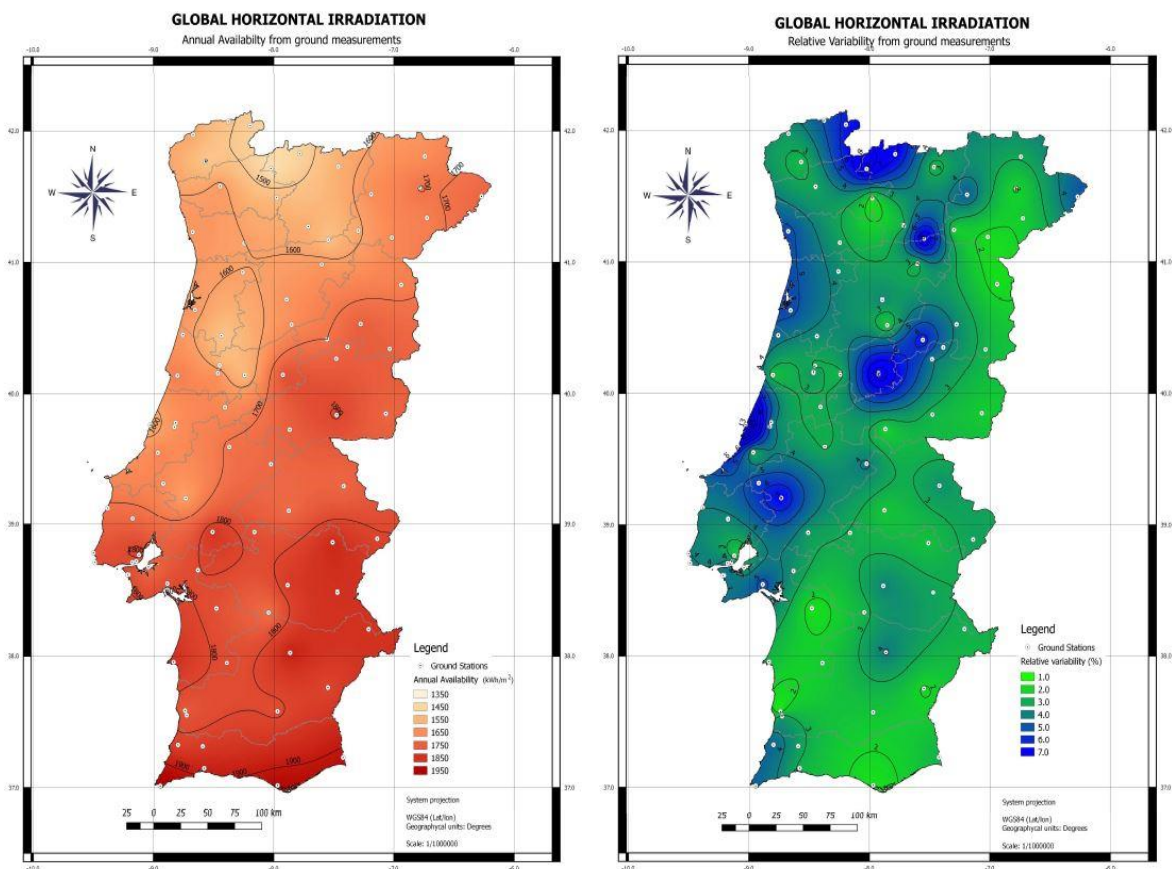


Figura 4 – A) Disponibilidade anual de radiação solar global (kWh/m²). B) Variabilidade anual relativa da disponibilidade de radiação solar global (%).

Fonte: Cavaco et al. 2016.

Como ilustra o mapa de variabilidade anual, em termos percentuais, a maior variabilidade da disponibilidade de radiação solar global, apresenta-se no litoral, a norte de Lisboa até ao norte do Porto e em algumas zonas do centro e norte de Portugal (figura 4B). Essas são as regiões cuja disponibilidade anual média também é menor, devido essencialmente à ocorrência de períodos mais longos de maior nebulosidade e nevoeiros, ao conteúdo de água precipitável na atmosfera e latitude. É importante realçar que as estações meteorológicas não se encontram todas instaladas à mesma latitude.

Tipicamente os valores da variabilidade anual de radiação variam entre 1,6% e 3,5% do valor anual médio para as regiões do país com irradiação solar global anual mais elevada e entre 3,6% e 5,3% do valor anual médio para as restantes regiões.

Concretamente para o caso de estudo, a região de Lisboa apresenta uma irradiação anual de 1772 kWh/m² com uma variabilidade anual de 4,5% (Cavaco *et al.* 2016), o que torna a região particularmente interessante para futuras instalações solares.

4.3. A utilização da energia solar fotovoltaica como produção de energia

A energia solar fotovoltaica é uma tecnologia renovável que converte a radiação solar em eletricidade através de materiais semicondutores, sendo o silício o material mais utilizado em cerca de 90% da tecnologia fotovoltaica.

As células fotovoltaicas são constituídas por duas camadas de silício, estando, normalmente, a camada superior com uma pequena percentagem de átomos de fósforo e a inferior com átomos de boro, de forma a aumentar a condutividade do cristal de silício. Na junção das duas camadas, é produzido um campo elétrico que faz com que os eletrões se desagreguem aquando da radiação solar. Para se formar a eletricidade, são colocados contactos metálicos nas células, para que a radiação provoque a separação dos portadores de carga, originando uma corrente elétrica (Lourenço, 2014 *apud* GREENPRO, 2004).

O denominado “efeito fotovoltaico”, responsável pela criação de corrente elétrica, foi descoberto em 1839, quando Edmond Becquerel verificou pela primeira vez que placas metálicas, de platina ou prata, mergulhadas num eletrólito, produziam uma pequena diferença de potencial quando expostas à luz.

Existem dois tipos de sistemas fotovoltaicos, os sistemas isolados (*off-grid*) e os sistemas conectados à rede (*grid-tie*) (figura 5). Os sistemas isolados, tal como o nome indica, são sistemas utilizados em locais remotos ou onde o custo de se conectar à rede pública é muito elevado. Normalmente as suas aplicações são em casas de campo, refúgios, iluminação, telecomunicações, bombeio de água, entre outros. Os sistemas conectados à rede são utilizados para substituir ou complementar a energia elétrica convencional disponível da rede elétrica.

Um sistema solar fotovoltaico é constituído por quatro componentes fundamentais:

- Painéis solares ou módulos de células – responsáveis por transformar energia solar em eletricidade;
- Regulador de carga – denominado válvula do sistema, serve para evitar sobrecargas ou descargas exageradas na bateria, aumentando a sua vida útil e desempenho;
- Inversor – transforma os 12V de corrente contínua (CC) das baterias em 110 ou 220V de corrente alternada (AC) ou outra tensão desejada. No caso dos sistemas conectados à rede elétrica, é ainda fundamental para garantir a interligação física com a rede, incorporando funções de segurança elétrica e de monitorização;
- Bateria (se necessário) – Em sistemas não ligados à rede elétrica, permite o armazenamento da eletricidade para utilização nos períodos de baixa ou de não produção.

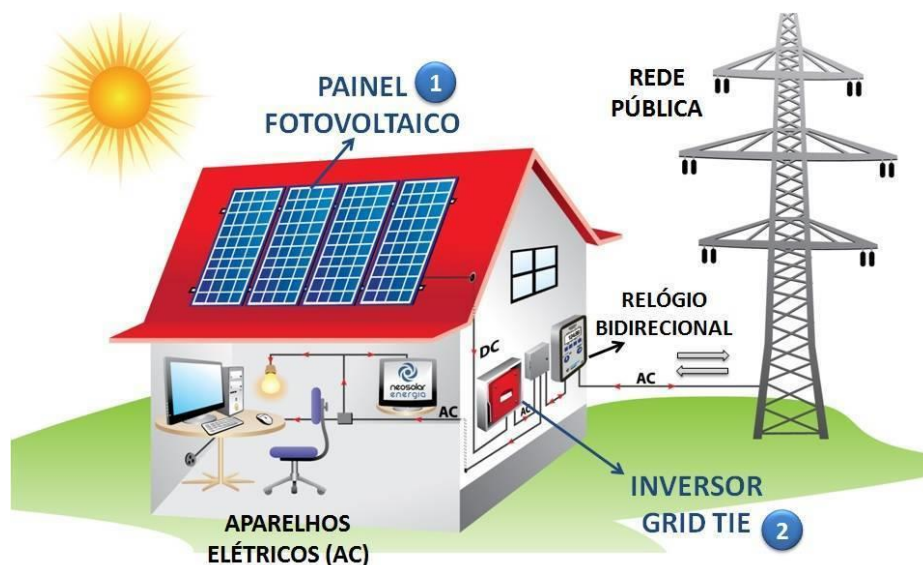


Figura 5 - Componentes básicos de um sistema solar fotovoltaico.

Fonte: Neosolar Energia.

Existem vários tipos de painéis solares fotovoltaicos, que compreendem três gerações de inovação, tendo em conta o material usado, o tempo de vida e maturidade no mercado: i) primeira geração – painéis solares monocristalinos, policristalinos ou multicristalinos e EFG em fita; ii) segunda geração - painéis de película fina ou filme fino; iii) terceira geração - energia solar fotovoltaica de concentração (CPV) e multijunção (as mais eficientes do mercado global), bem como as células solares sensibilizadas por corante (DSSC) e células orgânicas ou polímeras (figura 6) (Steenhuis *et al.*, 2013; Lourenço, 2014).

Na primeira categoria de células fotovoltaicas, as diferenças variam de acordo com a pureza e forma de fabrico do silício utilizado. Quanto maior a pureza do silício, melhor alinhadas as suas moléculas, convertendo a energia solar em eletricidade de forma mais eficiente.

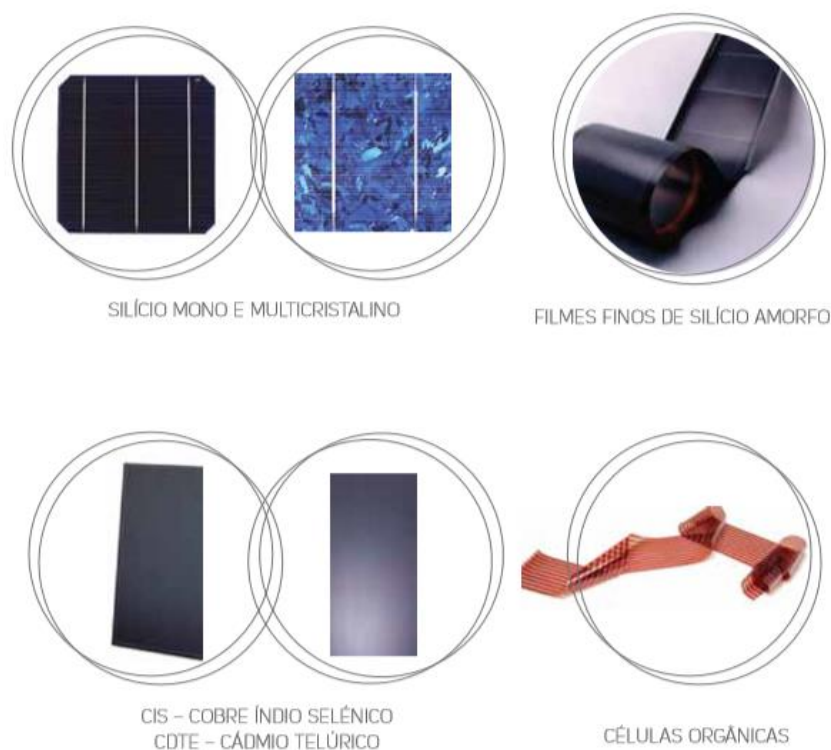


Figura 6 - Tecnologias fotovoltaicas no mercado.

Fonte: ADENE, ficha técnica sistema solares fotovoltaicos.

Nos painéis monocristalinos (mono-Si), as células solares são facilmente identificáveis devido à sua coloração e aparência uniforme, representativas da alta pureza do silício (Planas, 2017). As células monocristalinas são feitas com blocos de silício ou lingotes, de forma cilíndrica e posteriormente cortados para fazer chapas de silício. A eficiência máxima destes painéis encontra-se na ordem dos 22%.

No caso dos painéis fotovoltaicos policristalinos, o silício bruto é derretido para um molde quadrado, sendo posteriormente cortado. Como o crescimento do próprio cristal de silício não é controlado nesta tipologia de painel, é facilmente identificável a diferença para com os monocristalinos. Possuem uma eficiência máxima de 20%.

Com o objetivo de contornar os custos de produção, avançando com uma tecnologia que dispensasse de toda a estrutura de apoio e o próprio painel rígido, entra-se na segunda geração de painéis. Os painéis de película fina são várias camadas finas de material fotovoltaico depositadas

sobre um substrato. Os diferentes tipos de painéis solares de película fina podem ser categorizados de acordo com o material fotovoltaico que os constitui: silício amorfo (a-Si), que são as células mais flexíveis, podendo ser instaladas em superfícies curvas, como coberturas e fachadas de edifícios; silício micro-amorfo; telureto de cádmio (Cd-Te); cobre-índio-selenito (CIS); e cobre-índio-gálio-selenito (CIGS). Dependendo da tecnologia da célula, a eficiência pode variar entre os 7 e os 16% (Cachinho, 2017). Nesta categoria, a célula mais utilizada é a de a-Si, porque tanto as Cd-Te como as CIS e CIGS contém Cádmio que é um material perigoso e interdito na UE (Lourenço, 2014 *apud* Proença, 2007 & IRENA, 2012).

Relativamente aos painéis da terceira geração, estes oferecem diferentes níveis de eficiência celular. O módulo CPV com base de silicone possui eficiência entre os 20% e 25%, com uma eficiência laboratorial de 43,5% e um máximo teórico de 63%, o módulo DSSC somente 12% e as células solares orgânicas variam entre 4% a 5% (Steenhuis *et al.*, 2013).

Atualmente existe ainda uma variante do painel solar fotovoltaico, os painéis solares híbridos, que permite obter energia elétrica e energia solar térmica para sistemas de águas quentes sanitárias no mesmo painel (Planas, 2017).

Segundo a análise e previsão de mercado de energia e tecnologias renováveis da AIE para o período de 2019 a 2024, a energia solar fotovoltaica distribuída deve atingir mais do dobro da capacidade, nos setores de eletricidade, aquecimento e transporte (IEA, 2020).

5. Estado da eficiência energética em Portugal

5.1. Evolução do consumo energético nacional

Sendo Portugal um país com escassos recursos fósseis conhecidos, tem aproveitado essa fragilidade para inovar o setor energético. Tem vindo a estabelecer objetivos de melhoria da eficiência energética em vários níveis, desde a produção de energia através de fontes renováveis, ao desenvolvimento das infraestruturas de rede e interligações e, mais recentemente, na área da bioenergia, nas redes inteligentes e inclusão do hidrogénio como gás renovável.

As Fontes de Energia Renovável (FER) são as provenientes de recursos naturais, tais como a água, vento, biomassa, sol, ondas do mar e calor da Terra. Estas fontes provêm de recursos inesgotáveis e podem ser repostas a curto e médio prazo, espontaneamente ou por intervenção humana. Atualmente encontram-se em difusão mundial e a sua importância tem vindo a aumentar ao longo dos anos, representando uma parte significativa da produção de energia mundial (26%) (IEA, 2018).

Apesar da principal fonte de energia existente ainda na atualidade ser o petróleo (em conjunto com outras fontes de energias não renováveis como o carvão e o gás natural), diversos países têm vindo a investir em projetos que utilizem as fontes de energia alternativas para uma menor contribuição para o aquecimento global e alcancarem cada vez mais uma independência em relação a este combustível fóssil.

A União Europeia constituiu a melhoria da eficiência energética como um objetivo fundamental da Comunidade para 2020. Através da Diretiva FER, relativa à promoção de utilização de energia proveniente de fontes renováveis, definiu o objetivo de alcançar, em Portugal, o patamar de 31,0% de energias renováveis presentes no consumo final bruto de energia e 10,0% no setor dos transportes.

No âmbito do seu quadro de ação relativo ao clima e à energia (Pacote Energia-Clima 2030), definiu uma quota de pelo menos 27% de energias renováveis no consumo total de energia com o contributo de todos os Estados-Membros.

A nível nacional, a legislação que transpôs parcialmente a Diretiva FER e o Plano Nacional de Ação para as Energias Renováveis (PNAER 2020), previu também a incorporação de 59,6% de energia renovável na eletricidade. Nesta sequência, o Compromisso para o Crescimento Verde

(2014) também definiu um objetivo nacional para 2030, reforçar o peso das energias renováveis no consumo final bruto em 40%.

Analisando a evolução dos principais indicadores energéticos referentes a 2019, constata-se que os setores com maiores consumos de energia são os transportes, que representam 36,0% da distribuição do consumo de energia final por setor, a indústria (29,7%) e o setor doméstico (17,4%) (DGEG, 2019).

Os indicadores energéticos de 2019 assinalaram o petróleo ainda como o principal componente do consumo de energia primária (43,4%), apesar da sua dependência energética continuar a diminuir. Por outro lado, a incorporação de FER no consumo final bruto de energia¹⁶ (CFBE) situou-se nos 30,1%, sendo 31% o objetivo para 2020, já indicado anteriormente.

Os dados da DGEG situam a produção de energia renovável nas 5034 ktep (quilotoneladas equivalentes de petróleo). Mais de metade da produção de energia renovável (56%) provém da biomassa. Os biocombustíveis e o solar térmico representaram um peso de 6,3% e 1,7%, respetivamente, na produção de energia renovável, de acordo com as estatísticas rápidas sobre renováveis da DGEG, publicadas em setembro de 2019 (DGEG, 2019).

Comparativamente aos restantes países da União Europeia, Portugal situava-se, em 2018, na 5ª posição da EU-28, com a maior taxa de eletricidade proveniente de FER (DGEG, 2020). A produção doméstica de energia¹⁷ foi de 6416 ktep, devendo-se essencialmente pela produção de hidroeletricidade. Analisando-se a produção de energia elétrica por fonte renovável, a componente hídrica foi responsável por 44,2%, seguindo-se a produção eólica (41,2%), a biomassa (10,5%), a produção fotovoltaica (3,3%) e a produção geotérmica (0,7%) (REA, 2019).

As regiões norte e centro do país apresentam 86% da produção de energia, onde se localizam grande parte dos aerogeradores e a maior parte da produção hídrica. A capacidade total

¹⁶ Os produtos fornecidos para fins energéticos à indústria, aos transportes, aos agregados familiares, aos serviços, incluindo os serviços públicos, à agricultura, à silvicultura e às pescas, o consumo de eletricidade e calor pelo ramo da energia para a produção de eletricidade, de calor e de combustíveis para os transportes e as perdas de eletricidade e calor na distribuição e transporte (EUR-Lex, 2018).

¹⁷ Engloba a extração de produtos energéticos (caso ocorra), a produção de energia elétrica com origem em fontes renováveis e a produção de biomassa para fins energéticos.

instalada para produção de eletricidade, aumentou cerca de 12% no período de 2014-2018, devido a investimentos em novos centros electroprodutores renováveis. Dados da DGEG indicam que a capacidade instalada em Portugal de centros produtores de eletricidade renovável atingiu os 14059 MW em 2018 (Deloitte, 2019).

Este aumento deve-se muito às contribuições na grande hídrica, nomeadamente ao reforço da potência nas centrais hidroelétricas de Venda Nova III, Salamonde II e à construção dos aproveitamentos hidroelétricos de Foz Tua, Baixo Sabor e de Ribeiradio – Ermida. Já a energia solar, sofreu um aumento ligeiro, tendo em conta as metas para 2030.

Acompanhando o aumento da capacidade instalada no país, de acordo com as previsões do PNEC, o crescimento da produção de eletricidade renovável atingirá os 66528 GWh, em 2030 (Deloitte, 2019), valor que representa um aumento de mais de 40% entre 2015 e 2030. Por outro lado, a produção não renovável deverá ter um decréscimo de 61%.

Estima-se que o peso que cada FER terá no *mix* de produção renovável, em 2030, será de 23000 GWh (34,6%) respeitantes ao setor eólico, que será o principal setor utilizado, seguindo-se o solar (21870 GWh) (32,7%) e hídrico (17475 GWh) (26,3%). A capacidade instalada no país tenderá a uma distribuição tripartida entre estas fontes. A energia solar será responsável pela maior contribuição, 9600 MW (34,3%), através da energia fotovoltaica centralizada, descentralizada e solar térmica concentrada, seguida da eólica (9200 MW) (32,6%) e da hídrica (8700 MW) (31,1%).

O aumento da contribuição das renováveis para o mercado ibérico de eletricidade, espera-se que resulte num impacto económico benéfico para o consumidor, na medida em que influencia positivamente o preço de mercado da eletricidade transacionada devido ao seu baixo custo marginal (Deloitte, 2019).

5.2. Análise do consumo energético no setor doméstico

O consumo de energia é um dos fatores que mais influencia as mudanças climáticas. Como verificado anteriormente pelo quadro estatístico do setor energético em Portugal, o setor doméstico é um dos principais setores onde é necessário adotar uma política de redução de consumo de energia e novas soluções energéticas.

O número de consumidores de energia elétrica tem aumentado consideravelmente de ano para ano, desde de que há registo. Dados PORDATA de 2018, indicam que existem 6518194 consumidores de energia elétrica, sendo 5637345 os utilizadores de energia elétrica para fins domésticos (86%). O confinamento provocado pela pandemia da Covid-19 provocou uma inversão dos atores no consumo de energia em Portugal. Apesar dos consumos globalmente terem descido, o consumo doméstico de eletricidade, em abril de 2020, alcançou os 1366 GWh, ultrapassando o consumo industrial e dos serviços (Prado, 2020).

O setor doméstico registou uma alteração significativa na evolução do consumo nos últimos anos (figura 7).

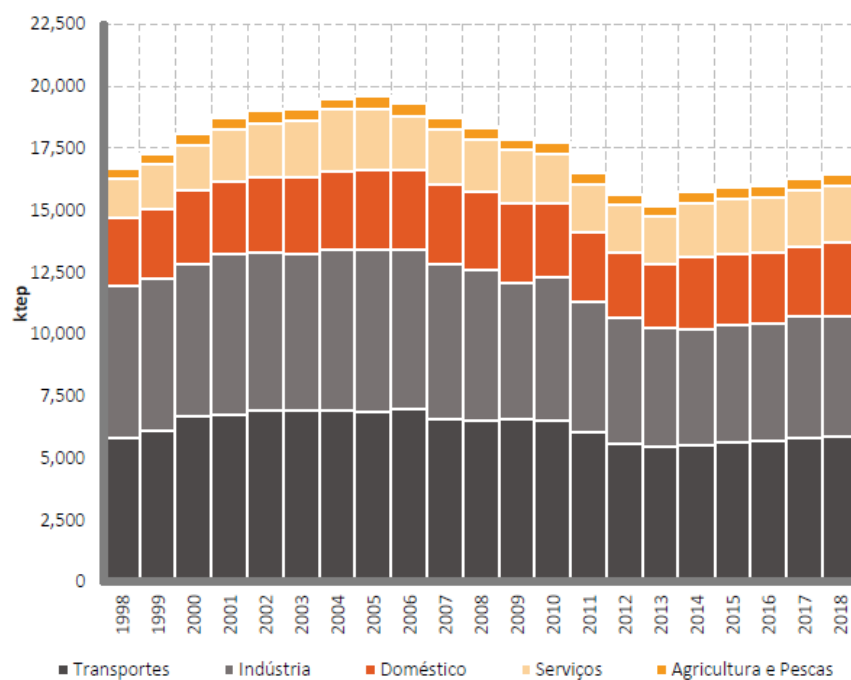


Figura 7 - Evolução do consumo de energia final por setor de atividade em Portugal (ktep).

Fonte: Retirado de Energia em Números, edição 2020, p.62. Fonte: DGEG.

Como se pode verificar pela figura 7, a evolução do consumo de energia é semelhante em todos os setores de atividade. Os fatores que contribuíram para a redução no consumo, foram a contração da economia que se fez sentir com maior incidência a partir de 2011 (que contribuiu para o abrandamento do consumo), o aumento dos preços da eletricidade e do gás natural e a adoção de medidas de eficiência energética, como por exemplo, a troca por equipamentos mais eficientes ou o investimento em soluções mais eficientes nas habitações (PNEC 2030, p.74). É de salientar que a melhoria de eficiência se verificou com maior expressão no aquecimento do ambiente (31,7% de 2000 a 2013) e na cozinha e águas quentes sanitárias (28,8%).

O Inquérito ao Consumo Energético do Setor Doméstico (ICESD), realizado em 2010, permitiu melhorar o conhecimento acerca do consumo de cada forma de energia utilizada no setor doméstico ou residencial. Permitiu também conhecer o consumo de gasóleo de aquecimento e GPL (butano e propano) deste setor (DGEG, 2020).

No período de 2010 a 2018, assistiu-se a uma diminuição (-38%) do consumo dos produtos de petróleo, sobretudo gasóleo de aquecimento e GPL, e gás natural e eletricidade (-8%) (figura 8).

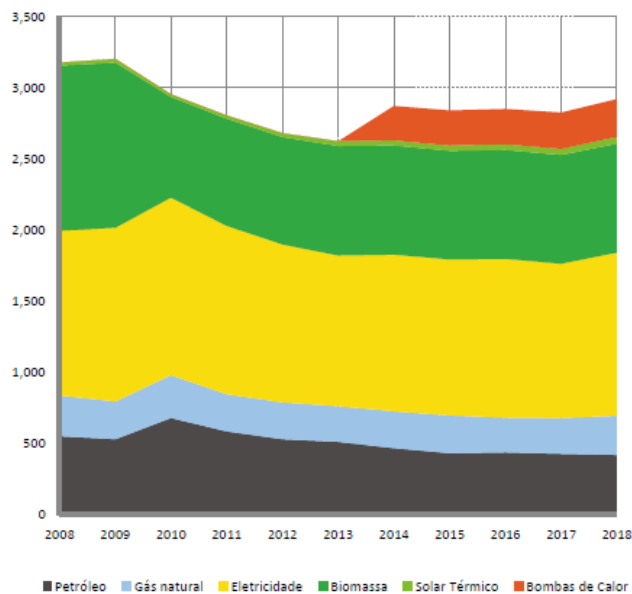


Figura 8 - Evolução do consumo total de energia por fonte no setor doméstico (ktep).

Fonte: Retirado de DGEG, *Energia em Números*, edição 2020, p.89.

O contributo da energia renovável no total de consumo do setor doméstico foi cerca de 58% em 2018. A partir de 2014, com a introdução das bombas de calor no balanço energético, o consumo de energia no conjunto dos setores doméstico e dos serviços ultrapassou o setor da indústria, aumentando 1,6% e 5,8%, respetivamente.

Os indicadores de conforto que constam do Inquérito às Despesas das Famílias (IDEF) 2015/2016, realizado pelo Instituto Nacional de Estatística (INE), indicam que no que respeita a conforto básico do alojamento, 99,8% dos alojamentos dispõem de eletricidade, 99,6% possuem água canalizada no seu interior, 99,3% têm um sistema de esgotos (rede pública ou sistema particular) e 99,0% apresentam instalação sanitária completa no interior.

A proporção de alojamentos com gás canalizado no interior do alojamento oscila entre as regiões NUTS II¹⁸. A AML apresenta a percentagem mais elevada (60,9%), 26,9 p.p. acima da média nacional, e o Alentejo a mais baixa no Continente (14,6%). A Região Autónoma dos Açores apresenta somente 7,8%.

Por grau de urbanização, verificou-se que as áreas predominantemente urbanas têm mais gás canalizado (44,8%). Nas restantes áreas (medianamente urbanas e rurais), a proporção não ultrapassa os 8%.

No que se refere a sistemas de regulação de temperatura no interior do alojamento, excluindo equipamentos de ar condicionado e sistemas de aquecimento central, os aparelhos de aquecimento de ar existem numa percentagem de 63,8% nos alojamentos de residência principal. Os valores divergem entre as várias regiões, apresentando o Alentejo um máximo de 78,5% e a Região Autónoma da Madeira apenas 11,0%.

Os sistemas de aquecimento central encontram-se instalados em 16,2% dos alojamentos de residência principal em Portugal e os aparelhos de ar condicionado em 15,7%. As regiões Norte e Centro apresentam 24,0% e 23,0%, respetivamente. A percentagem mais elevada de aparelhos de ar condicionado verifica-se no Alentejo (30,3%) e no Algarve (27,3%), o que se justifica, em grande parte, devido às temperaturas elevadas registadas nos meses de verão.

¹⁸ Nomenclatura das Unidades Territoriais para fins estatísticos.

Os resultados indicam que quanto maior o nível de rendimento das famílias, maior o volume de famílias detentoras de equipamentos de conforto associados a sistemas de regulação de temperatura no alojamento.

Os equipamentos de apoio ao trabalho doméstico mais utilizados são o fogão ou placa, frigorífico ou combinado e a máquina de lavar roupa (figura 9). Equipamentos como micro-ondas, aspirador, arca frigorífica e máquina de lavar loiça também são muito importantes, tendo sido registado um aumento da proporção de alojamentos com máquina de lavar (10,4%) e micro-ondas (6%), a partir de 2010/2011.



Figura 9 - Agregados familiares com equipamentos de apoio ao trabalho doméstico, Portugal.).

Fonte: INE, 2017.

Os equipamentos de comunicação que os agregados familiares mais utilizam nos seus alojamentos são os aparelhos de televisão, telefone (rede móvel e rede fixa) e equipamentos para acesso a televisão por cabo ou satélite (box ou antena) (figura 10). Segundo os resultados do inquérito anteriormente referido, o acesso a televisão por cabo ou satélite representa 74,3% dos agregados familiares em Portugal, mais 22 p.p. do que no período 2010/2011. A taxa mais elevada encontra-se registada na Região Autónoma dos Açores (88,4%) e a mais baixa no Centro (65,4%).

A posse de telemóvel predomina face ao telefone fixo, sendo que 93,4% das famílias a nível nacional, tem acesso a pelo menos um telemóvel e 77,2% telefone fixo. A nível regional, o acesso a telemóvel na AML é de 96,2% e no Alentejo 90,3%. O acesso ao telefone fixo varia entre 70% no Algarve e 88,2% na Região Autónoma dos Açores.



Figura 10 - Agregados familiares com equipamento de comunicação, Portugal.

Fonte: INE, 2017.

As famílias com acesso a computador (66,3%) representam um aumento de 9,1 p.p. face a 2010/2011. A AML e a Região Autónoma dos Açores registam as taxas mais elevadas de acesso a computador e internet, 76,1% e 75,7%, respetivamente. A região do Alentejo dispõe das proporções mais baixas no acesso a computador (56,1%) e no acesso à internet (56,8%).

Tal como verificado anteriormente, ao longo dos últimos anos tem-se assistido a um aumento significativo da melhoria das condições de conforto nas habitações, quer ao nível do conforto térmico (através da instalação de equipamentos de climatização), quer ao nível de aquisição de equipamentos que facilitam as tarefas diárias.

O consumo do setor doméstico em Portugal apresenta valores muito baixos, quando comparado com outros países europeus, sobretudo no que se refere a consumos para aquecimento e arrefecimento do ambiente, devido ao clima (apesar de existirem assimetrias ao longo do território). Este fator, aliado a limitações financeiras, explicita o número reduzido de alojamentos com instalação de aquecimento central, bem como o número significativo de alojamentos sem qualquer sistema de aquecimento.

Em termos de consumo por uso final, as cozinhas são responsáveis por 39% do consumo e o aquecimento de água por 23% (PNEC 2030, p.77). A eletricidade é a fonte principal utilizada nas cozinhas, enquanto o aquecimento de água é na sua maioria feito com garrafas de GPL (gás de petróleo liquefeito). A iluminação diz respeito a apenas 4,5% do consumo e o consumo para arrefecimento do ambiente é residual.

6. Caso de estudo: O Condomínio da Colina de São Gonçalo, Malha 22, na Alta de Lisboa

6.1. Caracterização territorial da envolvente

A Alta de Lisboa, decorrente do Plano de Urbanização do Alto do Lumiar (PUAL¹⁹), situa-se num ponto estratégico da cidade de Lisboa, com acesso rápido a quase todas as áreas da metrópole. Localiza-se no quadrante norte do município de Lisboa e ocupa uma área de cerca de 382 ha.

Integra a UOPG²⁰ 23 estabelecida no Plano Diretor Municipal de Lisboa (PDM) e é delimitada fisicamente a norte pelo limite do concelho de Lisboa, a sul pela 2ª Circular e pelo Campo Grande, a nascente pelo Aeroporto de Lisboa e a poente pela Ameixoeira, Eixo Norte-Sul e Alameda das Linhas de Torres (figura 11).

¹⁹ O plano foi provado pela Assembleia Municipal de Lisboa em 18 de julho de 1996 e 16 de junho de 1997, e foi ratificado em reunião de Conselho de Ministros de 24 de setembro de 1998 (Resolução do Conselho de Ministros n.º 126/98 publicado no Diário de República de 27/10/98).

²⁰ Unidades Operativas de Planeamento e Gestão.



Figura 11 - Localização da Alta de Lisboa.

Fonte: Sociedade Gestora da Alta de Lisboa.

A Alta de Lisboa constitui um plano de renovação e expansão urbana de um vasto território onde se misturavam atividades agrícolas com habitações degradadas, em grande parte de génese ilegal, que impossibilitavam a coesão territorial da área envolvente e da cidade de Lisboa.

O território integra parcialmente três freguesias do concelho de Lisboa (Lumiar, Charneca e Ameixoeira), que passam a fazer parte desta a partir de 1885 e a zona planáltica da cidade, Monte de São Gonçalo, cuja morfologia se estende até às várzeas da Ameixoeira e do Lumiar.

Relativamente a acessibilidades, a Alta de Lisboa é servida por uma rede de transportes públicos eficiente e por três estações de metro da linha amarela (Quinta das Conchas, Lumiar e Ameixoeira). Dispõe de uma rede viária de mais de 25 km alternada com circuitos pedestres e 70 hectares de zonas verdes. As ciclovias em conjunto com as extensas zonas pedonais promovem a mobilidade.

A Alta de Lisboa apresenta agora um tecido urbano variado e complexo, com diferentes tipologias de edifícios residenciais, desde edifícios de moradias unifamiliares a edifícios plurifamiliares, serviços, comércio, equipamentos sociais, desportivos e zonas de lazer.

6.2. Localização e descrição geral

O condomínio da Colina de São Gonçalo é um prédio urbano com localização na Urbanização do Alto do Lumiar, na Avenida Sérgio Vieira de Mello n.ºs 19 a 19E e 21 a 21E, na Rua Martin Luther King n.ºs 4 a 4D, 6, 6A, 8, 10, 10A, 12 e 12A e na Rua Maria de Lourdes Pintassilgo n.ºs 3, 3A e 7, freguesia de Santa Clara, concelho e distrito de Lisboa.

O condomínio é composto por oito edifícios (A, B, C, D, E, F, G e H), formando um “U” em planta (figura 12).



Figura 12 - Localização do condomínio da Colina de São Gonçalo.

Fonte: Imagem retirada do Google Earth.

Cada edifício é constituído por 14 pisos, estando três abaixo da cota de soleira, destinados a estacionamento. No somatório de todos os edifícios existem 265 frações, estando 248 destinadas a apartamentos. Atualmente encontram-se no condomínio 280 famílias.

Ao nível do piso térreo encontram-se as restantes frações (17), que dizem respeito a escritórios, a espaços comerciais e de serviços, tais como, farmácia, talho, churrasqueira, minimercado, lavandaria, cabeleiros, cafés, loja de venda de eletrodomésticos e estúdios de fotografia, entre outros.

6.3. Metodologia de análise da perceção e interesse dos residentes na eficiência energética do condomínio

No sentido de apurar a importância da eficiência energética para os residentes do condomínio da Colina de São Gonçalo, realizou-se um inquérito aos condóminos com dois objetivos: (i) conhecer os seus hábitos de consumo de energia; (ii) perceber se desejariam e/ou estariam dispostos a investir em medidas de eficiência energética para minimizarem os custos e os impactes ambientais do condomínio. Contabilizaram-se 33 respostas, o que corresponde a quase 12% do total de condóminos.

Para melhorar a leitura dos dados dos questionários, desenvolveram-se quadros-resumo, respeitantes aos principais resultados e que são apresentados em números de resposta, percentagens e em pontuações médias. Todos estes são devidamente referenciados às questões que lhes deram origem e utilizou-se uma escala de avaliação de 1 (mais negativa) a 10 (mais positiva).

Em termos de apresentação, os resultados qualitativos obtidos foram descritos de uma forma narrativa e interpretativa, a partir da análise do conteúdo da informação recolhida e aquando o momento de recolha dos questionários junto dos residentes do condomínio. Foram ainda incluídas citações retiradas dos depoimentos constantes em cada questionário.

É importante salientar que na contabilização de respostas aos questionários, não foram obtidas respostas de residentes dos blocos de apartamentos E e G devido às medidas de contenção provocadas pela pandemia de COVID-19.

Numa primeira fase foram enviados os questionários por correio aos apartamentos de todos os edifícios, a fim de evitar o contacto direto com os condóminos. Numa segunda fase de recolha de informação porta-a-porta, foram solicitados os endereços eletrónicos para os mesmos responderem ao questionário via *online*, mas já não foi possível aceder a estes blocos, fator que condicionou a dimensão da amostra.

6.3.1. Caracterização dos residentes

As pessoas que responderam aos questionários têm idades entre os 21 e os 69 anos: 19 respostas do sexo masculino (57,6%) e 14 respostas do sexo feminino (42,4%).

A maioria dos condóminos inquiridos tem formação superior (78,8%) (figura 13). Quatro destes têm o ensino secundário e apenas um tem escolaridade inferior ao nono ano.

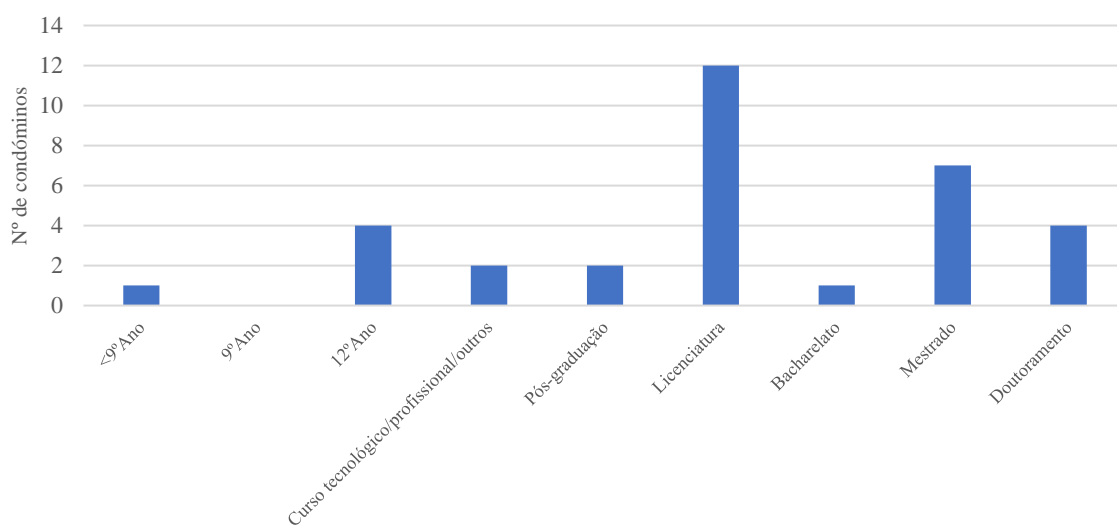


Figura 13 - Tipo de escolaridade dos condóminos.

Fonte: Elaboração própria.

Nenhum condómino tinha experiência ou formação na área da energia ou da eficiência energética, à exceção de um condómino que trabalha na área da engenharia física dos edifícios.

Tal como indicado anteriormente, as respostas obtidas não incluem os edifícios E e G (figura 14). O edifício com maior expressão no estudo foi o bloco B com 11 respostas. Para esta

questão e para a tipologia da fração foram somente consideradas 32 respostas, porque um residente não quis revelar qual o edifício em que se insere por se tratar de um trabalho académico.

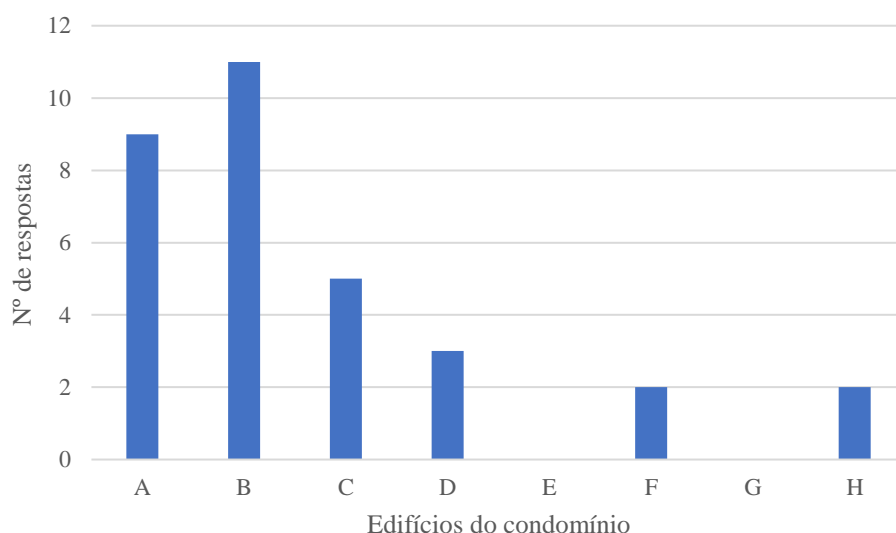


Figura 14 - Número de respostas ao questionário por edifícios do condomínio.

Fonte: Elaboração própria.

A tipologia de fração com maior expressão nos resultados foi T3, com 16 respostas, que representa 12,4% dos apartamentos com tipologia T3 existentes no condomínio. Seguiu-se a tipologia T2 com 11 respostas (29,7% das frações existentes com a mesma tipologia), e a tipologia T1 com 5 respostas, representativas de 6,1% da tipologia T1.

No total dos edifícios do condomínio, contabilizam-se 82 apartamentos T1, 37 apartamentos T2 e 129 apartamentos T3²¹. Não existem as tipologias T4 e T5.

A maioria dos condóminos inquiridos (87,8%) possui casa própria (29 respostas), apenas quatro possuem casa arrendada. Mais de metade dos condóminos que respondeu ao questionário (54,5%), vive no condomínio há 10 ou mais anos (figura 15).

²¹ Importa salientar que para se obter o número total de frações categorizadas por tipologia, foram analisadas todas as permilagens das habitações, único documento disponível para consulta. Por esta razão, poderá haver uma pequena discrepância nos resultados entre as tipologias T2 e T3.

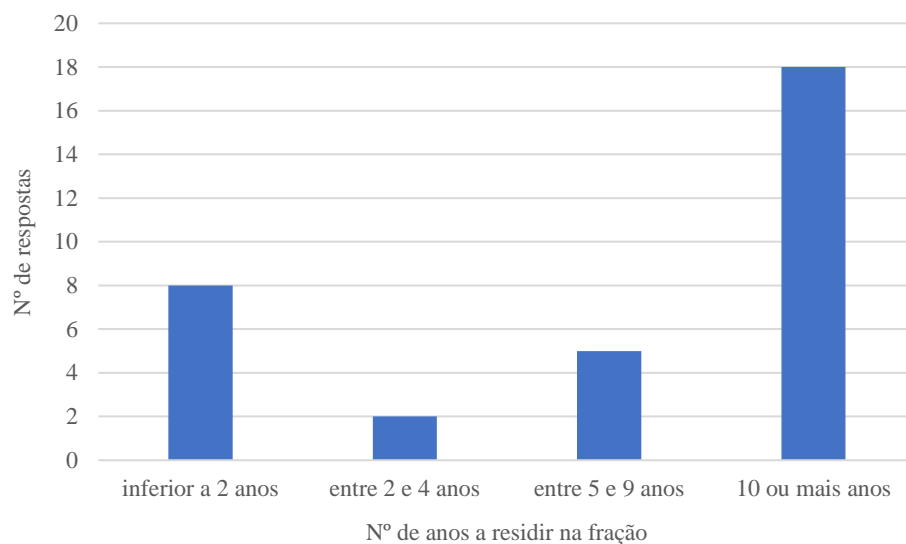


Figura 15 - Tempo de residência no condomínio.

Fonte: Elaboração própria.

Foi também questionado a dimensão do agregado familiar dos residentes. Dos que responderam, predominam duas pessoas a residir na mesma fração, com idades compreendidas entre os 18 e os 65 anos (90,6%).

6.3.2. Caracterização da habitação

Para compreender os hábitos gerais de consumo do condomínio, começou-se por questionar os residentes quanto ao número e tipo de equipamentos que utilizam para aquecimento do ambiente das suas frações. Analisadas as respostas, concluiu-se que o aquecedor elétrico e o ar condicionado são os principais equipamentos utilizados para quem necessita aquecer o ambiente da sua habitação (figura 16). A categoria “outro(s) equipamento(s)” indica neste caso a utilização de bombas de calor.

Para esta questão foram somente recolhidas 25 respostas.

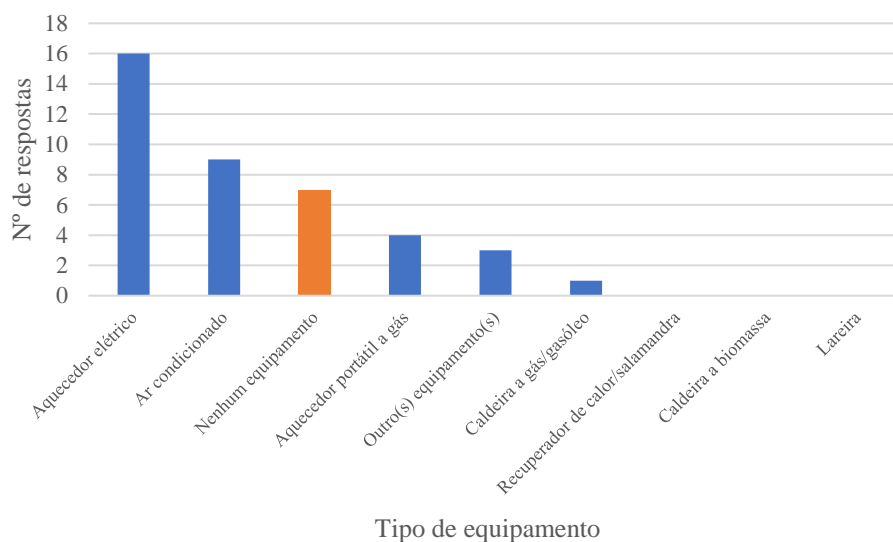


Figura 16 - Tipos de equipamento utilizados nas frações do condomínio para aquecimento do ambiente.

Fonte: Elaboração própria.

O número de equipamentos utilizados para aquecimento do ambiente varia de habitação para habitação, dependendo da dimensão do agregado familiar e da idade dos residentes. Dos residentes que responderam à questão do número de equipamentos que utilizam para aquecimento do ambiente, sete indicaram que não utilizam qualquer equipamento (21,2%) para aquecimento do ambiente, cinco utilizam dois (20%) e outros cinco utilizam três (20%). Dois residentes (8%) responderam que utilizam quatro equipamentos para aquecimento do ambiente porque têm crianças. Devido a uma análise mais detalhada dos resultados, também se pode aferir que as famílias que têm idosos a seu cargo utilizam mais equipamentos para aquecimento da fração.

Em média, quem possui apartamentos T1 e T2 no condomínio, utiliza um equipamento para aquecimento do ambiente; quem possui apartamentos T3 utiliza, em média, dois equipamentos.

O equipamento mais utilizado para produção de águas quentes é o esquentador. Só uma pessoa utiliza termoacumulador elétrico. Nesta questão obtiveram-se apenas 32 respostas.

A grande maioria dos condóminos tem vidro duplo nas janelas (78%), quatro (12,5%) mencionaram que já têm vidro duplo com corte térmico e três (9,4%) ainda mantém o vidro

simples. Quanto à questão “tipo de vidro predominante nas janelas”, também só se obtiveram 32 respostas.

A maioria dos inquiridos não tem contratualizada a tarifa bi-horária de eletricidade (72,7%). Dos que optaram por ter a tarifa bi-horária, 45,5% respondeu que utiliza as horas em que a tarifa é mais reduzida só algumas vezes, 36,4% utiliza muitas vezes e 18,2% não utiliza.

Nesta questão houve uma particularidade, talvez por lapso no preenchimento dos questionários, ou seja, apesar de nove residentes terem respondido que têm contratualizada a tarifa bi-horária de eletricidade, registaram-se onze respostas na alínea seguinte destinada às respostas afirmativas.

Saber o horário em que a tarifa de eletricidade é mais reduzida, pode ajudar a reduzir os consumos ao final do mês. Neste contexto, procurou-se saber em que horário os condóminos consomem mais energia, concluindo-se que é entre as 18h e as 22h, quando chegam do trabalho e preparam as suas refeições.

Quanto à questão “recebe a sua fatura de eletricidade por via eletrónica?”, 30 residentes (90,9%) responderam que sim. Apenas três (9,1%) residentes responderam que não recebem a fatura por *email*, o que revela uma grande preocupação por parte das pessoas em diminuir o impacto ambiental.

Considerando uma escala de 1 (sem qualidade) a 10 (excelente qualidade), os condóminos avaliaram a qualidade térmica das suas habitações. Tal como nas perguntas sobre o número e tipo de equipamentos utilizados para aquecimento de ambiente, a pontuação atribuída à qualidade térmica das habitações não foi unânime, visto que a sensação de conforto térmico varia de residente para residente. Contudo, pode-se considerar que a maioria dos residentes considera que a qualidade térmica da sua habitação é boa (pontuação superior a 5) (figura 17).

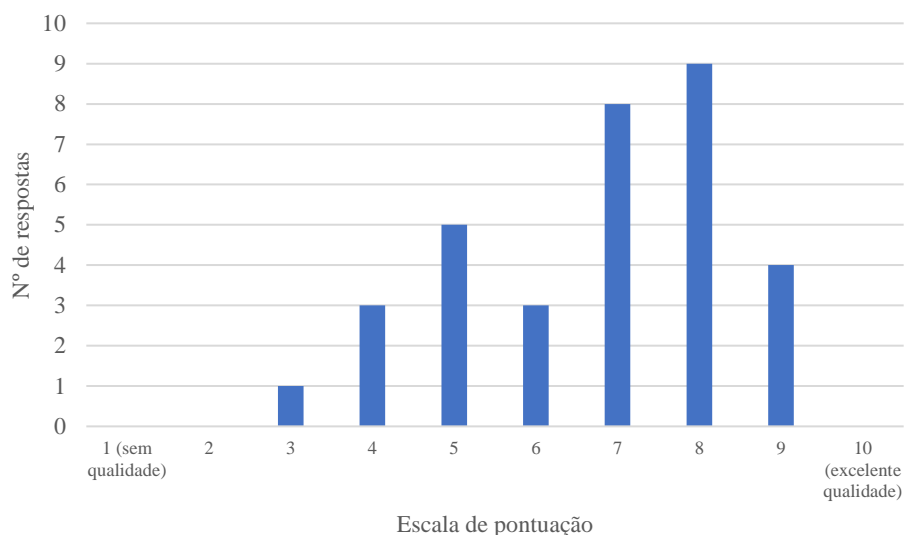


Figura 17 - Apreciação dos residentes do condomínio à qualidade térmica das suas habitações.

Fonte: Elaboração própria.

A relação entre a tipologia da fração e a pontuação atribuída à qualidade térmica das habitações não é diretamente proporcional, apesar das menores pontuações (nível 3) registadas virem por parte de quem possui T1.

As pontuações entre quem possui T2 e T3 foram equivalentes na qualificação da qualidade térmica das habitações, mas existe uma maior percentagem (50%) de residentes que não utilizam nenhum equipamento para aquecer o ambiente em T2. Pelo contrário, só foi identificado um residente a residir em T3 que não utilize nenhum tipo de aquecimento no interior da sua casa.

Os residentes do condomínio foram questionados sobre o gasto mensal médio de água, gás e eletricidade. O gasto mensal com maior expressão é a eletricidade, aproximadamente 49,3 euros por mês, para todas as tipologias de fração. As faturas da água e do gás, em média, rondam os 27,7 e 25 euros, respetivamente. Somados estes valores médios mensais, perfaz um total de cerca de 100 euros gastos por família mensalmente.

Analisando os valores por tipologia, verifica-se que quanto maior o número de assoalhadas, maior é o gasto em energia. Somadas as respostas dos condóminos, concluiu-se que quem reside num T1 gasta, em média, 30 euros por mês em eletricidade, 26,67 euros em água e 23,33 euros em gás; quem mora num T2, gasta, em média, 42,22 euros em eletricidade, 23,33 euros em água e

22,22 euros em gás; e quem mora num T3, gasta, em média, 64, 29 euros em eletricidade, 28,67 euros em água e 24,67 euros em gás.

Na opinião dos condóminos, os maiores consumos diários de energia acontecem sobretudo em eletrodomésticos, água quente e iluminação (figura 18). Para esta questão foram consideradas apenas 32 respostas.

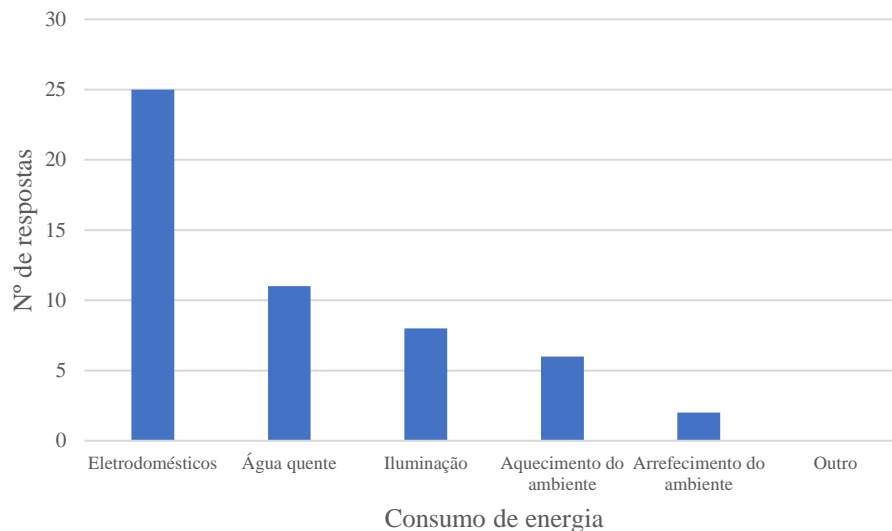


Figura 18 - Opinião dos residentes quanto aos maiores consumos diários de energia.

Fonte: Elaboração própria.

Os condóminos consideram que gastam mais dinheiro nas utilizações essenciais, permanentes, das quais não podem abdicar no dia a dia, tais como lavar e secar a roupa, cozinhar, lavar a loiça e cuidar da higiene pessoal. Aquecer e arrefecer o ambiente são práticas sazonais, que estão relacionadas com as características da habitação, com as condições climáticas e com as opções individuais.

6.3.3. Percepção dos residentes

Os residentes foram também questionados sobre medidas de eficiência energética que gostariam de implementar nas suas habitações, ou se já as tinham implementado. Foram também questionados sobre a sua atitude perante algumas práticas diárias, no sentido de autoavaliarem os seus próprios comportamentos relacionados com a eficiência energética, que podem contribuir para uma redução da utilização de recursos.

Neste contexto, concluiu-se que a grande maioria dos inquiridos utiliza lâmpadas LED nas suas habitações e eletrodomésticos com certificação energética (figura 19). Apesar do retorno a médio ou longo prazo, o investimento inicial (elevado) de algumas medidas é impeditivo da sua plena implementação; contudo, o que mais gostariam de implementar era a utilização de energias renováveis, especialmente a instalação de painéis solares fotovoltaicos, a substituição e/ou renovação de tubagens e os sistemas de circulação e retorno de águas quentes.

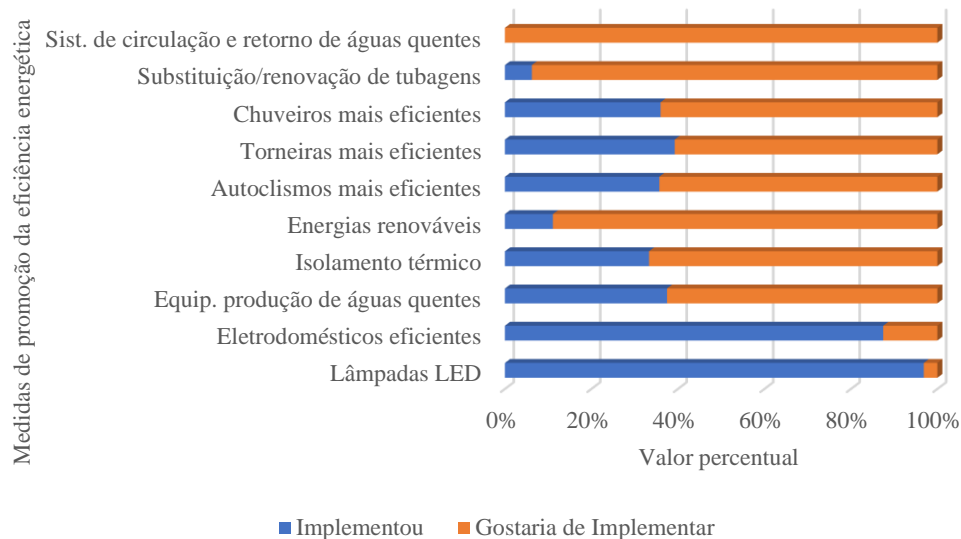


Figura 19 - Medidas que os residentes implementaram ou gostariam de implementar para melhorar a eficiência energética.

Fonte: Elaboração própria.

É importante avaliar o caso particular da água na habitação. Ao contrário da eletricidade, em que o custo é a principal motivação de poupança, poupa-se água genericamente porque é uma fonte natural que se pode esgotar (a mais importante na vida do ser humano) e que ainda não está acessível a todas as pessoas a nível global.

As maiores percentagens de medidas de promoção da eficiência energética implementadas foram para reduzir a fatura da eletricidade (eletrodomésticos mais eficientes e lâmpadas LED). As medidas relacionadas com a poupança de água, através da substituição de torneiras, chuveiros e autoclismos mais eficientes para redução do caudal da água, ainda não são as mais populares dentro do condomínio (apesar de as percentagens rondarem os 40%), talvez pelo facto de não terem de pagar quantias avultadas para usufruir deste recurso.

Ao nível comportamental, verificou-se que os residentes têm preocupação em substituir lâmpadas fundidas por lâmpadas LED e em adquirir eletrodomésticos tendo em conta as suas etiquetas energéticas, de forma a reduzir a fatura mensal da eletricidade. Contudo, é de realçar a percentagem de inquiridos que nunca desliga os equipamentos, nem fecha a torneira quando trata da sua higiene íntima (figura 20).

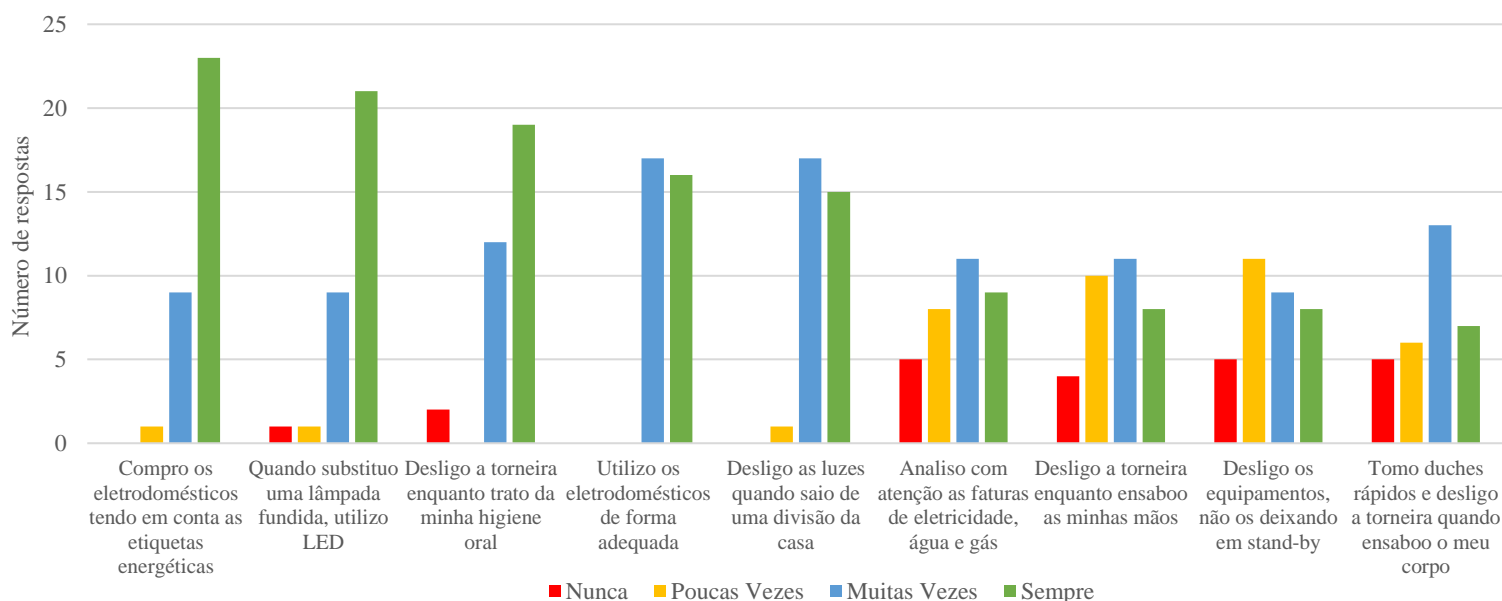


Figura 20 - Atitudes perante situações relacionadas com a eficiência energética.

Fonte: Elaboração própria.

Na questão “Quanto se considera preocupado relativamente às questões de eficiência energética?”, a maioria dos inquiridos respondeu que se preocupa, não tendo sido registada nenhuma pontuação menor que 5.

Agruparam-se as respostas qualitativamente em residentes indiferentes (todas as pontuações de 1 a 5), passivos (todas as pontuações de 6 a 7) e preocupados (todas as pontuações de 8 a 10) para melhor leitura dos resultados (figura 21).

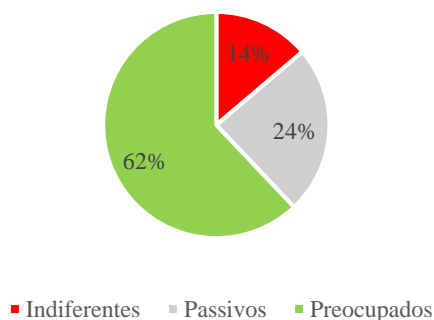


Figura 21 - Preocupação dos residentes com as questões da eficiência energética.

Fonte: Elaboração própria.

A preocupação com as questões da eficiência energética confirma-se pelo já exposto anteriormente. É notória a preocupação dos condóminos para com o ambiente, possivelmente devido ao seu grau de escolaridade e à sua capacidade económica. Grande parte dos residentes que responderam ao questionário possuem casa própria, e pelo facto de 54,5% destes residirem há muito tempo no condomínio, permite-lhes perceber onde gastam mais dinheiro e os recursos que mais utilizam.

Utilizando a mesma escala de 1 a 10, classificando de nada importante a essencial, questionou-se sobre a importância da eficiência energética em três aspetos: no conforto da habitação, no ambiente e na redução de custos.

Os resultados indicaram que a maioria dos inquiridos se preocupa com as questões relacionadas com a eficiência energética a todos os níveis (figura 22).

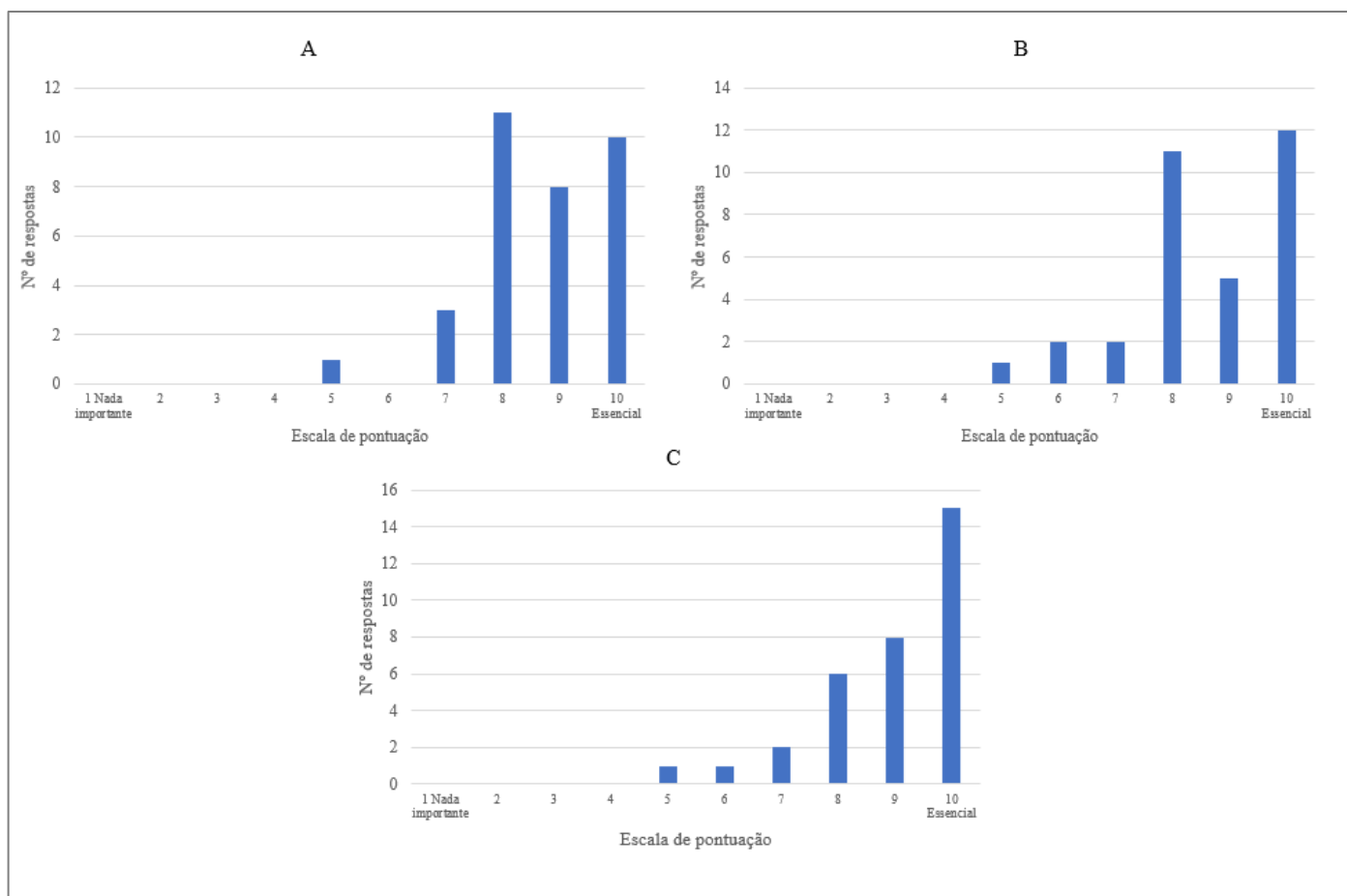


Figura 22 - Importância da eficiência energética: A) no conforto da habitação; B) nos benefícios ambientais; C) na redução de custos.

Fonte: Elaboração própria.

Apesar da eficiência energética ser importante nos aspetos referidos, a ordem de importância para os residentes é, em primeiro lugar a eficiência energética para a redução de custos (figura 22C), de seguida para o conforto na habitação (figura 22A) e por último para a melhoria do ambiente (figura 22B).

Os gastos mensais em eletricidade, água e gás para as famílias, são os fatores principais para considerarem muito importante implementar medidas que promovam a eficiência energética nas suas habitações. Algumas medidas como adquirir eletrodomésticos com classes energéticas mais eficientes e equipamentos de ar condicionado que possam produzir o mesmo conforto, mas a consumir menos energia, são também benéficas para reduzir os custos das faturas ao final do mês.

Por outro lado, cada vez mais o assunto da promoção da eficiência energética é abordado pelos *media* para benefícios ambientais em grande ou pequena escala, fator que conduziu à classificação positiva dos residentes do condomínio quanto a esta temática.

Considerando esta realidade, foi colocada a questão “Até que ponto se considera uma pessoa que presta atenção às notícias relacionadas com a eficiência energética?”, com a possibilidade de escolha de pontuação entre uma pessoa que não tem qualquer interesse (não presta atenção) e uma pessoa que presta total atenção aos *media* (figura 23).

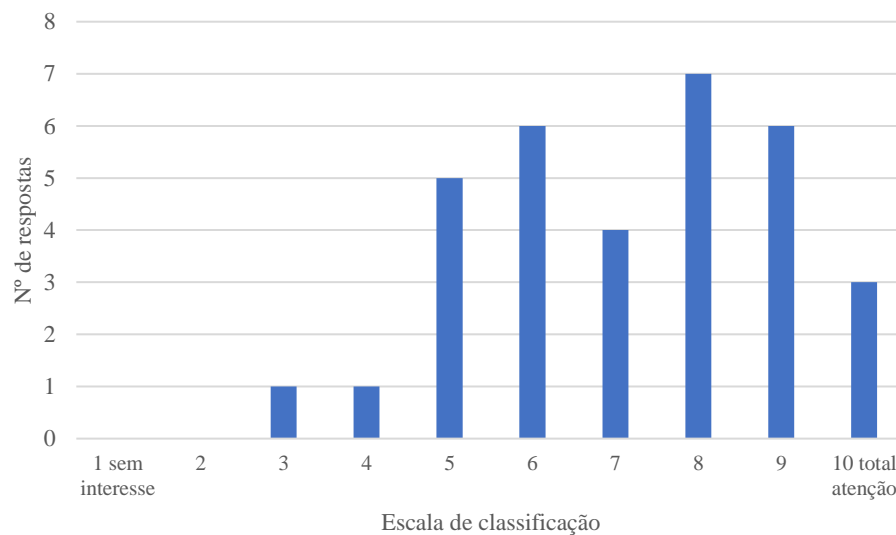


Figura 23 - Interesse dos residentes do condomínio quanto às notícias relacionadas com a eficiência energética.

Fonte: Elaboração própria.

O resultado da média de respostas corresponde a uma pontuação de 7,15, o que indica que os residentes estão atentos às notícias relacionadas com a eficiência energética. Sendo a eficiência energética um assunto cada vez mais abordado pelos *media* e tão importante para o quotidiano das pessoas, os residentes responderam que as suas preocupações para com a melhoria energética surgiram sobretudo nos últimos 10 anos (figura 24). As origens destas preocupações variam essencialmente entre a redução de custos do orçamento familiar e a diminuição da pressão ambiental de um modo genérico. Para esta questão foram contabilizadas 32 respostas.

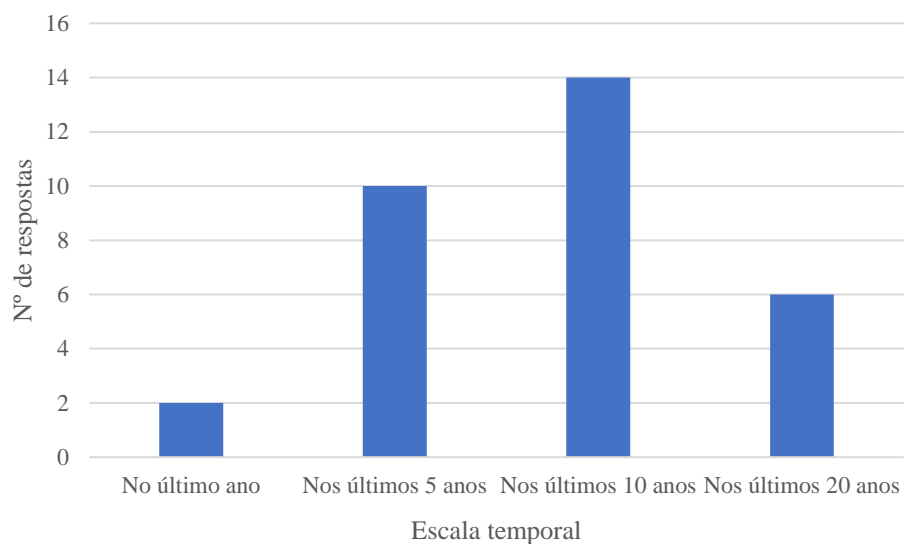


Figura 24 - Preocupação dos residentes com a melhoria energética.

Fonte: Elaboração própria.

Os condóminos deram outros exemplos concretos sobre a origem das suas preocupações, tais como:

- “A situação climática do planeta. O facto de ter residido na Alemanha, onde a população está mais consciente das questões energéticas”;
- “Sem ordem de preferência: preocupação ambiental genérica, combate ao gasto de recursos e dinheiro desnecessários e civismo”;
- “Notícias/reportagens televisivas acerca de energias renováveis e questões ambientais”;
- “Profissional”;
- “Preocupação em transmitir aos filhos”;
- “Casei com uma pessoa da área do ambiente, que me fez despertar maior interesse sobre o assunto”;
- “Já experienciava uma cultura de contenção de recursos em casa dos pais”;
- “Alterações climáticas, meios de comunicação, maternidade”;
- “Preservação da natureza”;
- “Preocupação com o mundo”.

Resumindo, das 26 respostas obtidas nos questionários, categorizando as várias respostas, apesar de alguns residentes apresentarem várias justificações, conclui-se que:

- 42,3% disseram que a origem das suas preocupações com a eficiência energética se relacionava com a redução de custos;
- 26,9% mencionaram que tinham preocupação com os impactes ambientais e com o Mundo em geral, nomeadamente para não comprometer as gerações futuras;
- 15,4% indicaram que a origem adveio de leitura, notícias e reportagens dos meios de comunicação;
- 7,7% referiu que a origem da preocupação surge de educação ambiental e/ou em contexto profissional;
- Os restantes 7,7% residentes identificaram outros temas ou fatores pontuais, como o facto de a promoção da eficiência energética ser uma questão cívica ou, por exemplo, encontrar um(a) companheiro(a) em que a área profissional esteja relacionada com o ambiente e desperte o interesse no residente para esta temática.

6.3.4. Gestão do condomínio

Os gestores do condomínio também foram avaliados pelos condóminos. Foi colocada a seguinte questão: “Como classifica a atuação dos gestores do condomínio relativamente às questões de eficiência energética?”. Manteve-se a escala de 1 a 10, de muito insuficiente a excelente, respetivamente. Nesta questão houve maior disparidade nos resultados (figura 25). Esta disparidade é explicada, por um lado, porque alguns residentes conhecem e simpatizam com os gestores do condomínio e tiveram receio de ferir suscetibilidades, caso fosse descoberta a sua pontuação individual; por outro lado, já houve anteriormente a possibilidade de implementar painéis solares nos prédios do condomínio, mas os gestores à época não o permitiram, fator que levou a que os residentes os classificassem de forma negativa perante a eficiência energética. Obtiveram-se 31 respostas a esta questão.

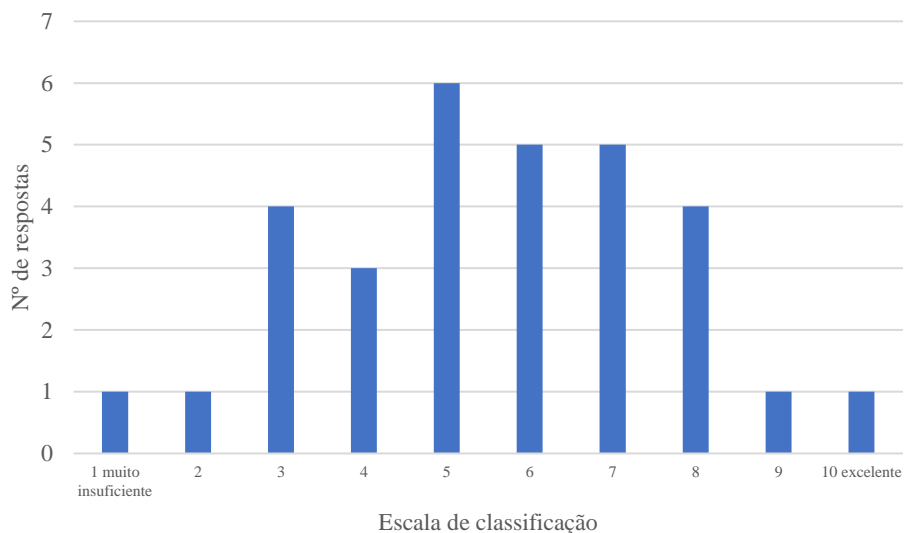


Figura 25 - Classificação dos residentes aos gestores do condomínio perante a eficiência energética.

Fonte: Elaboração própria.

Neste contexto, questionaram-se os condóminos acerca das ações que gostariam que fossem tomadas relativamente à eficiência energética, se estes fossem responsáveis pelo condomínio, e o resultado foi o seguinte:

- “Estudo de viabilidade sobre custo vs proveitos da instalação de equipamentos de energia solar e/ou eólica, coletores e armazenamento de água e isolamento térmico”;
- “Maior cuidado na gestão de energia elétrica (redução do número de lâmpadas acesas e maior atenção à manutenção dos sensores e ao tempo em que estão ativos)”;
- “Instalação de Sistema Solar fotovoltaico para autoconsumo e/ou venda à rede (serviços comuns)”;
- “Substituição das lâmpadas existentes por tecnologia LED”;
- “Auditoria energética a todos os equipamentos mecânicos dos serviços comuns”;
- “Estudo para verificar a viabilidade do aproveitamento da luz solar para pelo menos os gastos de eletricidade do condomínio”;
- “Instalação de painéis solares e rede de água interna”;

- “O nosso prédio tem uma exposição solar brutal, pelo que seria bom aproveitar a energia solar para instalação de painéis solares no edifício”;
- “Compra coletiva de equipamento: estores, redutores de caudal... Investimento em equipamentos para aumentar a eficiência energética do condomínio”
- “Produção de energia através de painéis solares e outros nas coberturas dos vários blocos”.
- “Aquecimento central”;
- “Adoção da energia solar e sistema de aproveitamento de águas da chuva”.
- “Implementação de painéis solares para uso de energia nos espaços comuns do condomínio”;
- “Lugares de estacionamento na garagem adaptados para carros elétricos (que permitam o seu carregamento)”;
- “Instalação de caldeiras (ao invés de sistema de aquecimento de água a gás) de forma a poupar água”;
- “Colocação de painéis solares para diminuição da fatura de eletricidade”.

Tabela 2 - Quadro resumo da intenção dos residentes caso fossem gestores do condomínio.

Aquisição de painéis solares para as coberturas dos edifícios	Colocação de lugares de estacionamento adaptados para carros elétricos	Aproveitamento de águas pluviais	Isolamento térmico	Substituição de lâmpadas existentes por lâmpadas LED	Auditoria energética a equipamentos mecânicos dos serviços comuns
---	--	----------------------------------	--------------------	--	---

Fonte: Elaboração própria.

É de salientar que os inquiridos não tiveram nenhuma opção de escolha para esta questão. Todas as respostas (apenas vinte e duas) foram pensadas e escritas pelos próprios, o que revela que a eficiência energética é um tema presente na vida das pessoas.

Os inquiridos avaliaram a hipótese de submeter o condomínio a produzir energia para todos os condóminos usufruírem (figura 26). Nesta questão foi utilizada uma escala de 1 (discordo totalmente) a 10 (concordo totalmente). Tal como era esperado, tendo em conta as suas opiniões anteriormente referidas, 54,5% dos inquiridos respondeu que concordava totalmente. Não se obtiveram respostas com pontuação menor do que 5 valores, o que significa que todos concordam com esta medida.

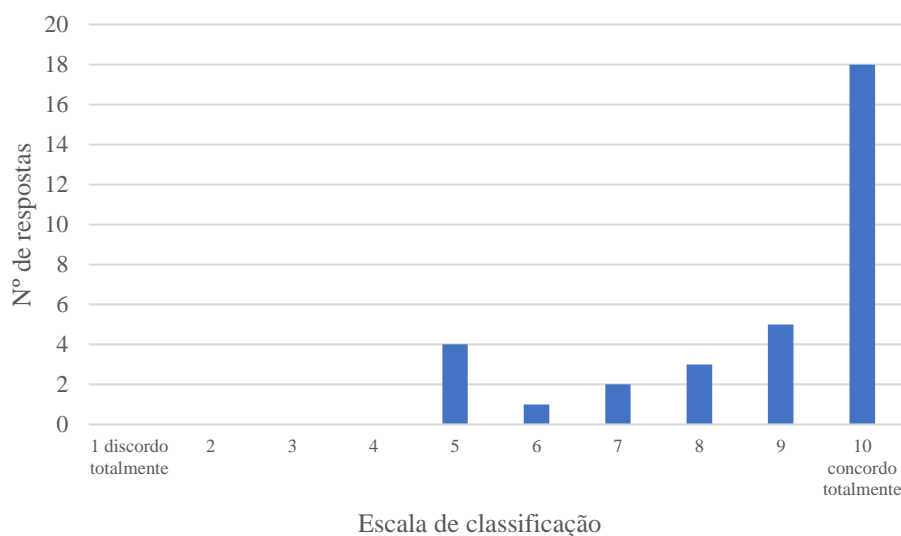


Figura 26 - Como os residentes classificam a possibilidade de submeter o condomínio a produzir energia para usufruto de todos.

Fonte: Elaboração própria.

Na questão “Pagaria um valor mensal superior de condomínio, para implementação de mecanismos tecnológicos que visassem a eficiência energética e a melhoria do meio ambiente?”, 81,3% respondeu que sim, sobretudo pela medida da instalação dos painéis solares fotovoltaicos para consumo próprio. Desta percentagem, 40,7% diz respeito a residentes em fração com tipologia T3, 33,3% correspondem a tipologia T2 e 22,2% a T1. Ficaram registadas 32 respostas a esta questão.

Os residentes responderam também que estavam dispostos a pagar mensalmente um valor superior de condomínio para verem implementadas medidas de eficiência energética (figura 27). O gráfico diz respeito apenas a 27 respostas.

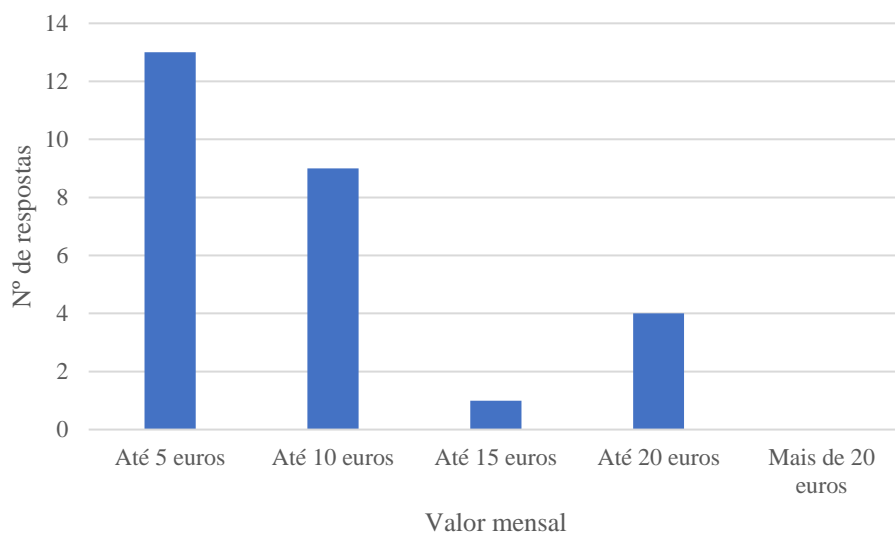


Figura 27 - Valor mensal que os residentes estavam dispostos a pagar a mais de condomínio para implementar medidas de eficiência energética.

Fonte: Elaboração própria.

Apenas cerca de 18% dos inquiridos não quis responder a esta questão, por sentir que o valor de condomínio já é demasiadamente elevado. Contudo, dos restantes 82%, que estavam dispostos a pagar, 48,1% estava-o até 5 euros, 33,3% até 10 euros, 3,7% até mais 15 euros e 14,8% pagava até mais 20 euros mensais de condomínio para implementar medidas de eficiência energética.

6.4. Processo participativo e envolvimento dos residentes na melhoria da eficiência energética do condomínio

Considerada a percepção e interesse dos residentes na eficiência energética do condomínio e realizada a caracterização das várias habitações, através da resposta ao questionário realizado no caso de estudo, segue-se a fase de implementação das medidas necessárias à promoção da eficiência energética do condomínio.

Como tornar o condomínio mais sustentável é a questão que se coloca, defendendo-se que, tal como anteriormente referido, a utilização de energia fotovoltaica como produção de energia em comunidade de energia renovável é a opção mais viável tendo em conta a participação dos residentes no caso de estudo.

Para o efeito, deve-se saber sempre o número de condóminos existentes no condomínio e quantos destes têm interesse em participar no projeto de autoconsumo. Do conjunto de interessados é necessário aferir o consumo de cada membro, a potência contratada e se os mesmos têm capacidade em investir na unidade produção de acordo com o dimensionamento do sistema.

Os prédios do condomínio têm uma vantagem na obtenção de ganhos solares com a utilização da tecnologia fotovoltaica, que é o facto de estes possuírem coberturas sem elementos que causem sombreamentos, permitindo deduzir um plano de retorno do investimento. Tem também a possibilidade de aumentar a sua área de cobertura se o projeto se estender ao condomínio do prédio anexo, passando de uma planta de formato “U” para uma planta em “W”.

Por outro lado, o facto de ser um condomínio com um elevado número de famílias, permite que haja um Fundo Comum de Reserva (FCR) substancial que possa ser utilizado nestas situações.

De seguida apresenta-se a metodologia que deve ser tomada pelos residentes e gestores de condomínio (figura 28).

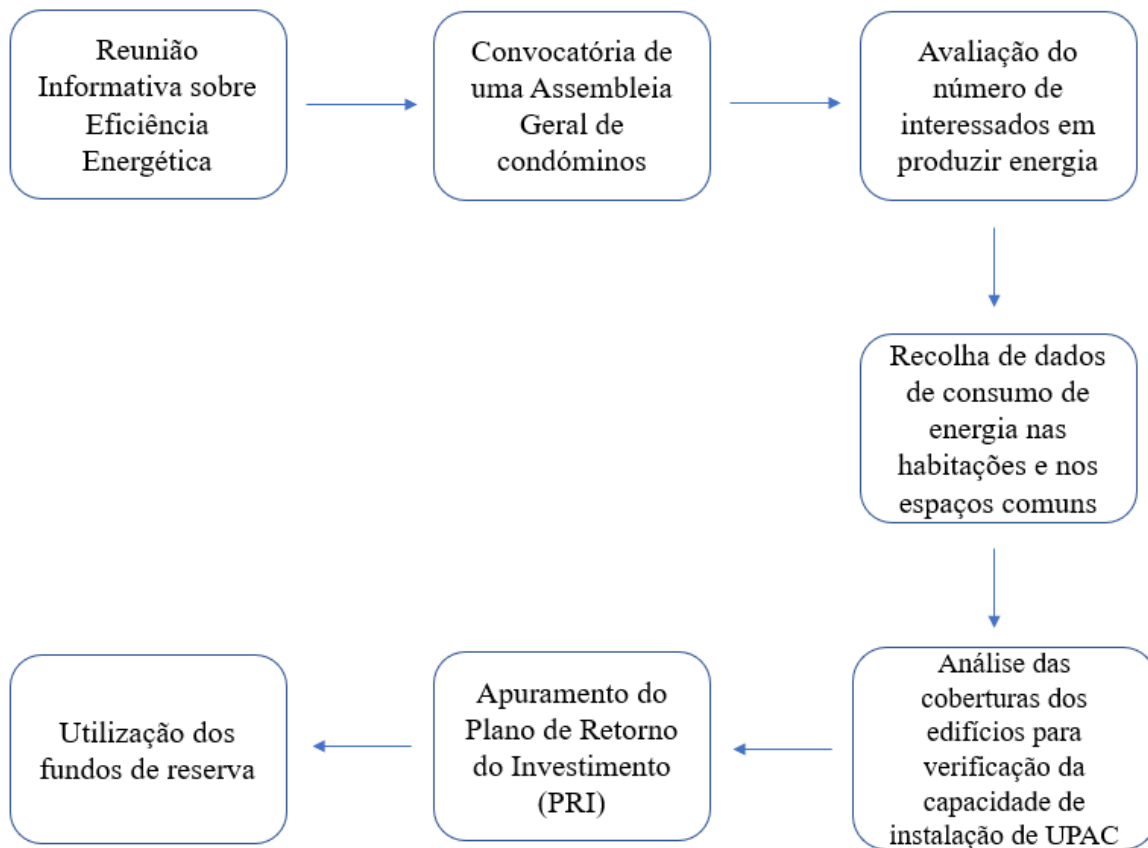


Figura 28 - Metodologia de implementação da comunidade de energia renovável para partilha de energia no condomínio.

Fonte: Elaboração própria.

Se a hipótese de partilha de energia no condomínio for para avançar, na fase posterior de implementação do projeto, o registo da unidade de produção de autoconsumo, passagem de cablagem ou outros componentes de produção de eletricidade em parte comum, é precedido da autorização da assembleia de condóminos (solicitada com pelo menos 33 dias de antecedência da data de registo), nos termos dos números 3 e 4 do artigo 1432 do Código Civil (LDC, 2020).

Os condóminos precisam também de aprovar:

“um regulamento interno que defina os requisitos de acesso de novos membros e saída de participantes existentes, as maiorias deliberativas exigíveis, as regras de partilha de energia elétrica produzida para autoconsumo e respetivos coeficientes, as regras de partilha do pagamento das

tarifas devidas pelas unidades de produção para autoconsumo, o destino dos excedentes do autoconsumo e a política relacionamento comercial a adotar e, se for caso disso, a aplicação da respetiva receita.” (LDC, 2020, p.4).

É necessário também designar um técnico responsável, devidamente qualificado, e a entidade gestora do autoconsumo coletivo. A Coopérnico poderia ser o *stakeholder* ideal para esta situação, visto que um dos residentes do condomínio é membro da cooperativa e a empresa dá prioridade ao apoio aos seus membros.

Para as restantes medidas de eficiência energética a adotar ao nível do condomínio, uma reunião informativa sobre eficiência energética é fundamental para alertar e educar os residentes quanto ao que cada um pode fazer para melhorar a eficiência energética das partes comuns e das suas habitações.

Em 2019 foi aprovada pela Assembleia da República a primeira Lei de Bases da Habitação que diz respeito à regulação da atividade de gestão dos condomínios, nomeadamente que a utilização dos fundos de reserva tem por objetivo permitir a conservação, manutenção, requalificação e reabilitação das habitações constituídas em propriedade horizontal e contribuir para a manutenção e melhoria das condições de habitabilidade (Lei n.º 83/2019, de 3 de setembro).

Segundo a síntese geral de previsão de custos de energia elétrica do condomínio da Colina de São Gonçalo em 2019, 58,7% e 41,3% do consumo total de energia diziam respeito às garagens e frações, respetivamente.

Os elevadores são responsáveis entre 3% a 10% do consumo de energia de um edifício comercial, podendo atingir números maiores em edifícios residenciais (Turella, 2017). Este gasto de energia pode dever-se ao facto de os equipamentos serem antigos e continuarem a ser submetidos a manutenções constantes sem se fazerem atualizações no seu interior. Outro problema poderá estar no seu sistema de iluminação que opera continuamente. Se neste caso as lâmpadas que os constituem forem obsoletas, pode significar gastos extra.

No que respeita à eficiência energética numa habitação, tem de se obedecer a um conjunto de boas práticas, ou seja, ações que contribuam para a poupança de energia. De acordo com a análise das respostas aos questionários, considera-se necessário expor algumas soluções úteis que contribuam para a otimização dos consumos:

- No aquecimento do ambiente

Foram identificados os aquecedores elétricos como os equipamentos mais utilizados no condomínio. Uma alternativa a considerar, será verificar a potência dos equipamentos existentes para não se gastar mais do que se necessita. Outra alternativa será adquirir ar condicionado com a classe de eficiência energética mais elevada ao longo do seu tempo de vida.

Por um lado, avaliando a primeira opção, pode-se chegar à conclusão de que não são necessários tantos equipamentos para o efeito pretendido. Por outro lado, com a segunda opção, apenas com um equipamento podem suprir-se as necessidades de aquecimento no interior da habitação onde antes eram necessários vários equipamentos ligados em simultâneo, como o caso das tipologias T3 que contém áreas maiores e mais pessoas a residir.

Para os residentes que já usufruem de ar condicionado, é importante haver uma manutenção e limpeza adequadas. De modo a poupar energia, devem-se utilizar sempre os programas ecológicos e intercalar a sua utilização com a opção de uso de cobertores e mantas para evitar a sua sobreutilização.

A alteração dos envidraçados nas janelas pode ser uma das medidas mais importantes em complemento às alterações anteriormente referidas. Muitas vezes pode-se investir em equipamentos de aquecimento e/ou arrefecimento eficientes, mas como as habitações não estão capacitadas com vidros duplos ou com corte térmico, as janelas não se encontram calafetadas ou sem isolamento reforçado, as trocas de energia com a entrada do ar não permitem que o calor ou frio se mantenham no interior da fração.

- Na produção de águas quentes

O esquentador é o equipamento de produção de águas quentes mais utilizado no condomínio. Considera-se que os termoacumuladores elétricos modernos têm uma excelente eficiência energética, aquecem rapidamente e acumulam o calor durante muito tempo, tornando-se numa alternativa aos esquentadores a gás ou às caldeiras.

Para se efetuar esta alteração, deve-se ter em conta que existem termoacumuladores com diferentes capacidades dependendo do número de pessoas que vivem na fração.

- Na utilização de equipamentos

A maioria dos residentes não tem contratualizada a tarifa bi-horária de eletricidade e, os que a têm, não fazem um bom uso desta valência. Ao escolherem esta opção, os residentes conseguirão saber os períodos do dia, as horas exatas, em que poderão utilizar os equipamentos com a tarifa de eletricidade mais reduzida, permitindo-lhes uma maior poupança de energia. Defende-se que na fase de pandemia que atravessamos é uma boa opção para implementar porque há maior controlo sobre os nossos horários.

Neste contexto, a utilização de eletrodomésticos, água quente e iluminação foram identificados pelos condóminos como os principais representantes na fatura mensal de energia.

Para o caso específico dos eletrodomésticos, o ideal será fazer um bom uso dos equipamentos de acordo com as suas especificações de utilização e serem realizadas manutenções periódicas. Uma prática essencial para se poupar energia é analisar as necessidades da habitação e adquirir o equipamento de acordo com a sua etiqueta energética.

No caso da água quente, os reguladores de pressão para torneiras e chuveiros e os autoclismos eficientes são medidas consideradas “baratas” comparando com as medidas que têm vindo a ser apresentadas e são fundamentais para reduzir o consumo e desperdício de água.

Os principais fatores que influenciam o consumo associado de água nas torneiras e chuveiros são o caudal ou fluxo de água, a duração e o número de utilizações, fatores que devem ser evitados o mais possível pelos condóminos.

Quando aplicável, de forma a minimizar custos, pode-se ajustar o autoclismo para o volume de descarga mínimo ou interromper a descarga para usos que não necessitem de descarga total. Outra medida “caseira” muito utilizada para reduzir o volume de armazenamento de água nos autoclismos, é colocar garrafas ou outras pequenas barragens plásticas.

7. Considerações finais

A percepção e interesse dos residentes na eficiência energética do condomínio permite minimizar os custos e os seus impactos ambientais.

Tendo em conta os objetivos da dissertação, e pelo que se pôde concluir das respostas dos residentes, o que estes mais procuram no condomínio em termos de eficiência é a instalação de painéis solares fotovoltaicos como forma de reduzirem a sua fatura energética.

O novo conceito de comunidade de energia renovável agrada à grande maioria dos inquiridos, apesar dos custos de implementação ou de condomínio acrescidos.

Não foram contabilizadas respostas dos edifícios E e G por não terem participado no inquérito. Este fator reduziu a amostra, mas, apesar de não se poder aferir em concreto quais as medidas a adotar para todas as situações no condomínio, a percentagem de 12% do condomínio permitiu conhecer tipicamente os maiores responsáveis pelo consumo de energia nas diferentes habitações: os eletrodomésticos, a produção de águas quentes e a iluminação.

É patente a importância da eficiência energética para os residentes. Ficou comprovado que os mesmos têm preocupações sociais e ambientais quanto a esta temática, mas a redução de custos é a maior motivação para a mudança de comportamentos.

Com a ajuda dos questionários, pode-se relacionar o nível de escolaridade com o interesse na eficiência energética. A maioria dos residentes que respondeu tem licenciatura, mestrado ou doutoramento, mesmo não sendo nesta área de atuação.

A origem das preocupações com o meio ambiente surgiu sobretudo por questões económicas, mas também por conhecimento geral, e por cada vez mais estar enraizada na sociedade uma cultura ambiental muito influenciada pelos meios de comunicação.

Atualmente existe no mercado uma panóplia de soluções eficientes para melhoria das condições energéticas na habitação. A área da reabilitação energética é muito ampla e para a mesma habitação podem existir várias abordagens para reduzir a fatura energética.

Para o objetivo da dissertação, as respostas dos residentes foram suficientes para se poder indicar os aspetos mais críticos a ser alterados, mas para saber especificamente quais as medidas

a adotar para cada caso, o desejável é que as frações tenham certificado energético (muito solicitado por quem compra e vende casas, obrigatório no ramo imobiliário).

Contudo, a vantagem do processo de envolvimento de residentes apresentado, é que pode ser adaptado a qualquer condomínio ou a qualquer outra realidade construtiva. Estando Portugal numa fase embrionária relativamente a este assunto, pode ser uma área de referência para implementar estes projetos. A proposta de continuação de estudo é que este conceito possa ser implementado pelos gestores de condomínio em todo o território nacional e que passe a ser obrigatório nas assembleias gerais abordar os residentes sobre esta temática, adaptando este conceito de autoconsumo de vizinhança a todas as realidades urbanas.

Por exemplo, os questionários efetuados estavam somente direcionados para os condóminos, mas podiam perfeitamente ter sido adaptados para as lojas de comércio ou serviços, objetivo inicial do projeto, mas sem possibilidade de aplicar devido às medidas de confinamento. Provavelmente estes comerciantes até estariam mais rapidamente dispostos a aderir a uma comunidade de energia renovável por terem maiores gastos com a energia devido à sua atividade laboral.

Apesar da pandemia, esta é uma boa fase para investir em projetos de autoconsumo porque a legislação em vigor vai permitir que os projetos tenham melhores condições para proliferarem, a começar pelos consumidores terem isenção de custos de interesse ao injetarem na rede o excedente produzido e na redução do IVA da eletricidade por escalões de consumo.

Na recolha de informação e na elaboração da dissertação foram sentidas algumas dificuldades devido essencialmente à pandemia. Ficou evidente que a prioridade dos residentes perante uma pandemia, não era auxiliar no preenchimento de um questionário para terminar uma tese de mestrado, fator que em parte comprometeu (e atrasou) a recolha de informação, gerando alguma desmotivação no prosseguimento da investigação.

Por um lado, existia a pressão e vontade em obter informação o mais fidedigna possível para apresentar propostas finais robustas e, por outro lado, o dever cívico de recolhimento que impossibilitou as reuniões de condomínio e entrevistas (essenciais para expor o tema e receber informações que precisava).

Outra dificuldade sentida foi que apesar da eficiência energética ser um tema já muito estudado, os moldes como estavam pensados os questionários, tanto para a eficiência energética como para a avaliação e atuação dos gestores de condomínio, tinham escassas referências. Esta questão causou dúvidas quanto ao resultado final esperado.

Por fim, importa sublinhar que a eficiência energética está cada vez mais presente no quotidiano das pessoas. A existência de estudos nesta área e o papel dos consumidores são muito importantes para se conseguirem obter metodologias eficazes e eficientes em todas as áreas de atuação, sobretudo nos edifícios. Esta dissertação conseguiu assim realçar que não é suficiente focarmo-nos na eficiência dos equipamentos, mas sim na forma como os usamos.

Bibliografia

- ADENE (2017). Manual de Etiqueta Energética – Label Pack A+. <https://www.classemais.pt/wp-content/uploads/2019/03/manual-etiqueta-energetica-36-3.pdf>, ISBN 978-972-86-46-36-3. Consultado a 07 de março de 2020.
- ADENE (2019). O Jornal Económico. Como fazer escolhas inteligentes no aquecimento das águas. <https://jornaleconomico.sapo.pt/noticias/economize-escolhas-inteligentes-no-aquecimento-de-aguas-421527>. Consultado a 18 de abril de 2020.
- ADENE (2021). Eficiência Energética - Saiba como poupar na sua fatura energética. Poupa Energia. <https://poupaenergia.pt>. Consultado a 04 de agosto de 2020.
- Andrade, G. M., Domeneghini, J., Morando, J. P. S. K., & Romanini, A. (2013). Princípios do Novo Urbanismo no Desenvolvimento de Bairros Sustentáveis Brasileiros. *Revista de Arquitetura IMED*, 2(1), 90–96. <https://doi.org/10.18256/2318-1109/arqimed.v2n1p90-96>. Consultado a 07 de setembro de 2020.
- APA (2015). Portal da Agência Portuguesa do Ambiente. Instrumentos: Comércio Europeu de Licenças de Emissão (CELE). <https://apambiente.pt/index.php?ref=17&subref=295>. Consultado a 07 de setembro de 2020.
- Araújo, L., & Coelho, M. J. (2013). Políticas públicas de energia e ambiente: Rumo a um país sustentável? *Sociologia, Problemas e Práticas*, 2013(72). <https://doi.org/10.7458/SPP2013722622>. Consultado a 13 de setembro de 2020.
- Askar, R., & Bragança, L. (2019). Economia circular no setor da construção: os edifícios como banco de materiais. *Edifícios e Energia*, 13 dezembro. <https://edificioeenergia.pt/noticias/economia-circular-construcao1312/>. Consultado a 13 de setembro de 2020.
- Barbosa, S. (2013). *Eficiência Energética e Energias Renováveis em Edifícios*. [Dissertação de Mestrado em Engenharia Eletrotécnica - Sistemas Elétricos de Energia]. Instituto Superior de Engenharia do Porto (ISEP). Consultado a 18 de outubro de 2020.
- Bernardo, A. (2015). Cidades Sustentáveis: Uma nova conjuntura urbana. Casa da Cléa. <https://casadaclea.wordpress.com/2015/12/01/cidades-sustentaveis-uma-nova-conjuntura-urbana/>. Consultado a 18 de outubro de 2020.
- Bolle, A. (2019). How cities can back renewable energy communities. Energy Cities. <https://energy-cities.eu/publication/how-cities-can-back-renewable-energy-communities/>. Consultado a 14 de maio de 2020.
- Cachinho, L. (2017). *Estudo do potencial para comunidades de energia renovável em Portugal: o caso da aldeia de S. Luís*. [Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia do Ambiente, Perfil de Engenharia em Sistemas Ambientais]. Faculdade de Ciências e Tecnologia (FCT), Universidade Nova de Lisboa. Consultado a 15 de maio de 2020.
- Carapeto, T. (2016). *Avaliação de Medidas de Eficiência Energética em Edifícios Residenciais* [Trabalho de Projeto apresentado para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia Eletromecânica, especialização em Instalações e Equipamentos em Edifícios]

- Departamento de Engenharia Eletrotécnica, Instituto Superior de Engenharia de Coimbra Consultado a 15 de janeiro de 2021.
- Cascão, V., & Sousa, A. L. (2013). PNAEE 2016 e PNAER 2020: As novas metas da Eficiência Energética e das Energias Renováveis. Flash informativo Vieira de Almeida & Associados. www.vda.pt. Consultado a 14 de setembro de 2020.
- Cavaco, A., Silva, H., Canhoto, P., Neves, S., Neto, J., & Pereira, M. C. (2016). Radiação Solar Global em Portugal e a sua variabilidade, mensal e anual. Instituto Português de Energia Solar. <http://www.ipes.pt/ipes/radiacao-solar-global-em-portugal-e-a-sua-variabilidade-mensal-e-anual/>. Consultado a 19 de outubro de 2020.
- Cavaco, C., Vilares, E., Rosa, F., Tavares, M., Magalhães, M., & Esteves, N. (2015). Cidades Sustentáveis 2020. Ministério do Ambiente, Ordenamento do Território e Energia, 49. Consultado a 12 de dezembro de 2020.
- CE. (2021). Comissão Europeia. Código QR e nova etiqueta energética. https://ec.europa.eu/info/energy-climate-change-environment/standards-tools-and-labels/products-labelling-rules-and-requirements/energy-label-and-ecodesign/product-database/qr-code-new-energy-label_pt. Consultado a 12 de dezembro de 2020.
- Coelho, R. B. (2018). *Guia de Boas Práticas de Eficiência Energética no Setor Residencial* [Mestrado Integrado em Engenharia da Energia e do Ambiente, Universidade de Lisboa. Faculdade de Ciências]. Departamento de Engenharia Geográfica, Geofísica e Energia. Consultado a 03 de janeiro de 2021.
- Crook, N., Gancheva, M., Monteiro, C., O'Brien, S., European Committee of the Regions, & Milieu Ltd. (2018). Models of local energy ownership and the role of local energy communities in energy transition in Europe. http://publications.europa.eu/publication/manifestation_identifier/PUB_QG0118933ENN. Consultado a 11 de fevereiro de 2021.
- Comini, R., Clement, F., Puente, F., Orlandi, A., Oliveira, I., Lima, P., Beirão. (2008). Eficiência energética nos edifícios residenciais. <http://www.adene.pt>. Consultado a 13 de outubro de 2020.
- DECO (2019). DECO PROTESTE - A defesa do consumidor. Dicas máquina de lavar loiça: poupe da compra ao fim de vida. <https://www.deco.proteste.pt/eletrodomesticos/maquinas-lavar-loica/dicas/maquina-de-lavar-loica-poupe-da-compra-ao-fim-de-vida#>. Consultado a 12 de outubro de 2020.
- Deloitte (2019). APREN - Impacto da Energia Renovável—Estudo completo. <https://www.apren.pt/pt/publicacoes/apren/impacto-da-energia-renovavel--estudo-completo/>. Consultado a 10 de janeiro de 2021.
- DGEG (2019). Direção Geral de Energia e Geologia. Balanço Energético - Sintético 2019. <https://www.dgeg.gov.pt/pt/estatistica/energia/balancos-energeticos/balancos-energeticos-sinteticos/>. Consultado a 21 de janeiro de 2020.
- DGEG (2020). Direção Geral de Energia e Geologia, Direção de Serviços de Planeamento Energético e Estatística, ADENE - Agência para a Energia, Unidade de Informação. Energia em Números—Edição 2020. ISBN: 978-972-8521-26-4.

- <https://www.observatoriodaenergia.pt/pt/comunicar-energia/post/8320/energia-em-numeros-edicao-2020/>. Consultado a 21 de janeiro de 2021.
- ECO.AP (2018). Programa de Eficiência Energética na Administração Pública. Manual de Eficiência Energética. <https://ecoap.pnaee.pt/ferramentas/manual-de-eficiencia-energetica/>. Consultado a 19 de outubro de 2020.
- ENSE (2019). O novo Regime do Autoconsumo de Energia Renovável. Entidade Nacional Para o Setor Energético, E.P.E. <https://www.ense-epe.pt/news/o-novo-regime-do-autoconsumo-de-energia-renovavel/>. Consultado a 10 de fevereiro de 2021.
- Ferreira, M. M. M. D. (2005). Desenvolvimento Urbano Sustentável: O Papel dos Cidadãos. X Colóquio Ibérico de Geografia - Évora, 8. Consultado a 10 de março de 2020.
- Gonçalves, H. & Graça, J. M. (2004). Conceitos Bioclimáticos para os Edifícios em Portugal. INETI. www.p3e-portugal.com, ISBN 972-8268-34-3. Consultado a 27 de maio de 2020.
- Gore, A. (2006) An Inconvenient Truth: The planetary emergency of global warming and what we can do about it. <https://www.energytoday.net/environmental-health-impact/climate-change/an-inconvenient-truth-the-planetary-emergency-of-global-warming-and-what-we-can-do-about-it/>. Consultado a 20 de junho de 2020.
- Kühnau, A. (2018). Circularity City - Shaping our urban future. www.circularitycity.dk, ISBN 978-87-998670-8-0. Consultado a 20 de novembro de 2020.
- IEA (2018). International Energy Agency. World Energy Outlook - November 2018. Flagship report. <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2018>. Consultado a 10 de janeiro de 2021.
- IEA (2020). Solar PV – Tracking Power 2019 – Analysis. IEA. <https://www.iea.org/reports/tracking-power-2019/solar-pv>. Consultado a 29 de agosto de 2020.
- INE (2017). Inquérito às Despesas das Famílias 2015/2016. ISBN 978-989-25-0401-8. Instituto Nacional de Estatística. https://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine_publicacoes&PUBLICACOESpub_boui=298558245&PUBLICACOESmodo=2&xlang=pt. Consultado a 04 de junho de 2020.
- LDC (2020). Loja do condomínio. Produção e consumo de energia partilhados nos condomínios. Notícias do Condomínio, 06 de janeiro. <https://www.ldc.pt/pt/noticias/producao-e-consumo-de-energia-partilhados-nos-condominios/>. Consultado a 10 de janeiro de 2021.
- Lemos, P. (2018). Estudos para uma região RICA, Resiliente, Inteligente, Circular e Atractiva. Economia Circular como fator de resiliência e competitividade na região de Lisboa e Vale do Tejo. www.ccdr-lvt.pt. ISBN 978-972-8872-33-5. Consultado a 30 de janeiro de 2020.
- Lowitzsch, J., C.E., H., & F.J., van T. (2019). Renewable energy communities under the 2019 European Clean Energy Package – Governance model for the energy clusters of the future? - ScienceDirect. Renewable and Sustainable Energy Reviews. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2019.109489>. Consultado a 10 de dezembro de 2020.
- Lourenço, P. (2014). *Produção de eletricidade a partir de energia solar fotovoltaica de larga escala PV e CPV na zona rural do município de Évora: área disponível e potencial técnico*

- [Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia do Ambiente - Perfil de Gestão e Sistemas Ambientais]. Faculdade de Ciências e Tecnologias da Universidade Nova de Lisboa. https://run.unl.pt/bitstream/10362/14265/1/Lourenco_2014.pdf. Consultado a 05 de maio de 2020.
- Nations, U. (1986). Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future—A/42/427 Annex—UN Documents: Gathering a body of global agreements. <http://www.un-documents.net/wced-ocf.htm>. Consultado a 10 de dezembro de 2020.
- Nobre, E. A. C. (2004). Desenvolvimento Urbano e Sustentabilidade: Uma reflexão sobre a grande São Paulo no começo do século XXI. 11. Consultado a 10 de dezembro de 2020.
- Pimenta, R., Poggi, F., & Firmino, A. M. V. (2018). A importância do setor das energias renováveis na economia circular. Centro de Estudos Geográficos da Universidade de Lisboa. <https://congressoiberico.wixsite.com/xvcoloquioiberico>, ISBN 978-972-636-275-3. Consultado a 23 de janeiro de 2020.
- Planas, O. (2017). Tipos de painéis fotovoltaicos. Quais são os tipos de painéis fotovoltaicos? <https://pt.solar-energia.net/energia-solar-fotovoltaica/elementos/painel-fotovoltaico/tipos-de-paineis-fotovoltaicos>. Consultado a 12 de dezembro de 2020.
- PNEC 2030 (2018). Plano Nacional Integrado Energia e Clima 2021-2030. Portugal. <https://apambiente.pt/index.php?ref=16&subref=81&sub2ref=117&sub3ref=1621>. Consultado a 23 de novembro de 2020.
- Prado, M. (2020). Coronavírus. Covid-19: Famílias ultrapassaram indústria no consumo de eletricidade. Jornal Expresso. <https://expresso.pt/coronavirus/2020-05-20-Covid-19-Familias-ultrapassaram-industria-no-consumo-de-eletricidade>. Consultado a 20 de fevereiro de 2021.
- Pulselli, F. M., Pulselli, R. M., & Simoncini, E. (2006). Environmental accounting of buildings: outcomes from the emergy analysis. The Sustainable City IV: Urban Regeneration and Sustainability (pp. 489-498). Department of Chemical and Biosystems Sciences, University of Siena, Italy. www.witpress.com, ISSN 1743-3541. Consultado a 13 de abril de 2020.
- Quercus (2016). Recomendações Lâmpadas LED. Disponível em: <https://topten.pt/private/adviser/lampadas-led>. Consultado a 10 de julho de 2020.
- REA (2019). Relatório do Estado do Ambiente. Agência Portuguesa do Ambiente (APA). Portal do Estado do Ambiente. Energia e Clima. Energias Renováveis. Disponível em: <https://rea.apambiente.pt/content/energias-renov%C3%A1veis>. Consultado a 10 de julho de 2020.
- RNC2050 (2019). Resolution of the Council of Ministers. Roadmap for Carbon Neutrality 2050 (RNC2050). Long-term strategy for carbon neutrality of the portuguese economy by 2050. www.portugal.gov.pt. Consultado a 24 de novembro de 2020.
- Silva, B. (2020). Eletrodomésticos vão ter novas etiquetas energéticas. Classe B passa a ser a mais eficiente. SAPO, 29 de Maio. <https://eco.sapo.pt/2020/05/29/eletrodomesticos-vao-ter->

- novas-etiquetas-energeticas-classe-b-passa-a-ser-a-mais-eficiente/. Consultado a 03 de março de 2021.
- Silva, P. C. P. (2006). *Análise do Comportamento Térmico de Construções não Convencionais através de Simulação em VisualDOE* [Dissertação de Mestrado. Universidade do Minho]. Escola de Engenharia, Departamento de Engenharia Civil. Consultado a 10 de dezembro de 2020.
- Steenhuis, H.-J., Yunin, D., McKay, L., Alshangiti, Y., & Alaleit, A. (2013). Solar Cells: A case study of efficiency & the effect on cost. IAMOT 2013 Proceedings. International Association of Management of Technology. https://www.researchgate.net/publication/275657349_SOLAR_CELLS_A_CASE_STUDY_OF_EFFICIENCY_THE_EFFECT_ON_COST. Consultado a 10 de dezembro de 2020.
- Steinebach, G. (2009). Planning Sustainable Living. In H. Hagen, S. Guhathakurta, & G. Steinebach (Eds.), *Visualizing Sustainable Planning* (pp. 3–36). Springer Berlin Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-540-88203-9_1. Consultado a 13 de abril de 2020.
- Turella, R. (2017). CUBI energia, Sobre elevadores e energia elétrica. <https://www.cubienergia.com/sobre-elevadores-e-energia-eletrica/>. Consultado a 24 de abril de 2020.
- Valinõ, Á. (2017). Green Buildings Could Save Our Cities. National Geographic. <https://www.nationalgeographic.com/environment/urban-expeditions/green-buildings/benefits-of-green-buildings-human-health-economics-environment/>. Consultado a 10 de janeiro de 2021.
- Vasintjan, D. (2015). The energy transition to energy democracy. Power to the people. Relatório orientado dos resultados finais do REScoop 20-20-20. Projeto Europa da Energia Inteligente (Intelligent Energy Europe - IEE). https://issuu.com/revolusolar/docs/rescoop_20-20-20_-_a_transi_o_ener. Consultado a 10 de janeiro de 2021.

LEGISLAÇÃO

- Decreto-Lei n.º 40/90 do Ministério das Obras Públicas, Transportes e Comunicações (1990). Diário da República: I série, n.º 31. <https://dre.pt/pesquisa/-/search/334611/details/maximized>
- Decreto-Lei n.º 78/2006 do Ministério da Economia e da Inovação (2006). Diário da República: I-A série, n.º 67. <https://dre.pt/pesquisa/-/search/672458/details/maximized>
- Decreto-Lei n.º 79/2006 do Ministério das Obras Públicas, Transportes e Comunicações (2006). Diário da República: I-A série, n.º 67. <https://dre.pt/pesquisa/-/search/672459/details/maximized>
- Decreto-Lei n.º 80/2006 do Ministério das Obras Públicas, Transportes e Comunicações (2006). Diário da República: I série, n.º 67. <https://dre.pt/home/-/dre/672456/details/maximized>

Decreto-Lei n.º 162/2019 da Presidência do Conselho de Ministros (2019). Diário da República: I série, n.º 206. <https://dre.pt/pesquisa/-/search/125692189/details/maximized>

EUR-Lex (2002). Diretiva (UE) 2002/91/CE do Parlamento Europeu e do Conselho de 16 de dezembro de 2002 – relativa ao desempenho energético dos edifícios. Jornal Oficial das Comunidades Europeias. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/?uri=celex%3A32002L0091>

EUR-Lex (2006). Diretiva (UE) 2006/32/CE do Parlamento Europeu e do Conselho de 5 de abril de 2006 – relativa à eficiência na utilização final de energia e aos serviços energéticos. Jornal Oficial da União Europeia. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/pt/TXT/?uri=CELEX%3A32006L0032>

EUR-Lex (2018a). Diretiva (UE) 2018/2001 do Parlamento Europeu e do Conselho de 11 de dezembro de 2018 — relativa à promoção da utilização de energia de fontes renováveis. Jornal Oficial da União Europeia. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/pt/TXT/?uri=CELEX%3A32018L2001>

EUR-Lex (2018b). Comunicação da Comissão ao Parlamento Europeu, ao Conselho Europeu, ao Conselho, ao Comité Económico e Social Europeu, ao Comité das Regiões e ao Banco Europeu de Investimento. Um Planeta Limpo para Todos – Estratégia a longo prazo da EU para uma economia próspera, moderna, competitiva e com impacto neutro no clima. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/?uri=CELEX:52018DC0773>

Lei n.º 10/87 de 4 de abril da Assembleia da República (1987). Diário da República: I série, n.º 79. <https://data.dre.pt/eli/lei/10/1987/04/04/p/dre/pt/html>

Lei n.º 83/2019 de 3 de setembro da Assembleia da República (2019). Diário da República: I série, n.º 168. <https://dre.pt/home/-/dre/124392055/details/maximized>

Resolução do Conselho de Ministros n.º 41/2020 da Presidência do Conselho de Ministros (2020). Diário da República: I série, n.º 110-A. <https://dre.pt/pesquisa/-/search/135391594/details/maximized>

Resolução do Conselho de Ministros n.º 107/2019 da Presidência do Conselho de Ministros (2019). Diário da República: I série, n.º 123. <https://dre.pt/home/-/dre/122777644/details/maximized>

Resolução do Conselho de Ministros n.º 126/98 da Presidência do Conselho de Ministros (1998). Diário da República: I-B série, n.º 248. <https://data.dre.pt/eli/resolconsmin/126/1998/10/27/p/dre/pt/html>

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Distribuição das zonas climáticas em Portugal Continental.	30
Figura 2 - Escala de eficiência energética de produtos.	44
Figura 3 - Nova etiqueta energética. Representação de um produto reescalonado.....	45
Figura 4 – A) Disponibilidade anual de radiação solar global (kWh/m ²). B) Variabilidade anual relativa da disponibilidade de radiação solar global (%).	57
Figura 5 - Componentes básicos de um sistema solar fotovoltaico.	60
Figura 6 - Tecnologias fotovoltaicas no mercado.	61
Figura 7 - Evolução do consumo de energia final por setor de atividade em Portugal (ktep).....	66
Figura 8 - Evolução do consumo total de energia por fonte no setor doméstico (ktep). ..	67
Figura 9 - Agregados familiares com equipamentos de apoio ao trabalho doméstico, Portugal.).....	69
Figura 10 - Agregados familiares com equipamento de comunicação, Portugal.....	70
Figura 11 - Localização da Alta de Lisboa.	73
Figura 12 - Localização do condomínio da Colina de São Gonçalo.....	74
Figura 13 - Tipo de escolaridade dos condóminos.....	76
Figura 14 - Número de respostas ao questionário por edifícios do condomínio.....	77
Figura 15 - Tempo de residência no condomínio.	78
Figura 16 - Tipos de equipamento utilizados nas frações do condomínio para aquecimento do ambiente.	79
Figura 17 - Apreciação dos residentes do condomínio à qualidade térmica das suas habitações.....	81
Figura 18 - Opinião dos residentes quanto aos maiores consumos diários de energia.	82

Figura 19 - Medidas que os residentes implementaram ou gostariam de implementar para melhorar a eficiência energética.....	83
Figura 20 - Atitudes perante situações relacionadas com a eficiência energética.	84
Figura 21 - Preocupação dos residentes com as questões da eficiência energética.	85
Figura 22 - Importância da eficiência energética: A) no conforto da habitação; B) nos benefícios ambientais; C) na redução de custos.....	86
Figura 23 - Interesse dos residentes do condomínio quanto às notícias relacionadas com a eficiência energética.....	87
Figura 24 - Preocupação dos residentes com a melhoria energética.....	88
Figura 25 - Classificação dos residentes aos gestores do condomínio perante a eficiência energética.	90
Figura 26 - Como os residentes classificam a possibilidade de submeter o condomínio a produzir energia para usufruto de todos.....	92
Figura 27 - Valor mensal que os residentes estavam dispostos a pagar a mais de condomínio para implementar medidas de eficiência energética.....	93
Figura 28 - Metodologia de implementação da comunidade de energia renovável para partilha de energia no condomínio.....	95

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Resumo da evolução das políticas energéticas.	23
Tabela 2 - Quadro resumo da intenção dos residentes caso fossem gestores do condomínio.....	91

ANEXOS

1 – Questionário realizado na ferramenta Google Forms.

Contribuição dos residentes para a construção de um modelo de melhoria das condições energéticas em condomínio

O caso do Condomínio da Colina de São Gonçalo, Malha 22, na Alta de Lisboa

1. Idade

2. Sexo

Marcar apenas uma oval.

☐ Masculino

☐ Feminino

3. Habilitações literárias

Marcar apenas uma oval.

☐ <9ºAno

☐ 9ºAno

☐ 12ºAno

☐ Curso tecnológico/profissional/outros

☐ Bachalerato

☐ Licenciatura

☐ Pós-graduação

☐ Mestrado

☐ Doutoramento

4. Formação na área da energia ou eficiência energética

Marcar apenas uma oval.

☐ Sim

☐ Não

5. Se sim, especifique qual:

6. Bloco

Marcar apenas uma oval.

☐ A

☐ B

☐ C

☐ D

☐ E

☐ F

☐ G

☐ H

7. Tipologia da fração

Marcar apenas uma oval.

☐ T1

☐ T2

☐ T3

☐ T4

☐ T5

8. Tipo de propriedade

Marcar apenas uma oval.

☐ Própria

☐ Arrendada

☐ Outra situação

9. Número de anos a residir na fração

Marcar apenas uma oval.

☐ inferior a 2 anos

☐ entre 2 e 4 anos

☐ entre 5 e 9 anos

☐ 10 ou mais anos

10. Número total de pessoas a residir na fração

Marcar apenas uma oval.

- ☐ 1
- ☐ 2
- ☐ 3
- ☐ 4
- ☐ 5 ou mais

11. Idade dos residentes

Marcar tudo o que for aplicável.

	1	2	3	4
Menores de 18 anos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Adultos (entre os 18 e os 65 anos)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Idosos (mais de 65 anos)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

12. 1. Equipamentos utilizados para aquecimento do ambiente

Marcar tudo o que for aplicável.

- ☐ Aquecedor elétrico
- ☐ Lareira
- ☐ Aquecedor portátil a gás
- ☐ Recuperador de calor/salamandra
- ☐ Caldeira a gás/gasóleo
- ☐ Caldeira a biomassa
- ☐ Ar condicionado
- ☐ Outro(s) equipamento(s)
- ☐ Nenhum equipamento

13. 1.1. Número de equipamentos necessários para aquecimento do ambiente:

14. 2. Equipamentos utilizados para produção de águas quentes:

Marcar tudo o que for aplicável.

- ☐ Esquentador
- ☐ Termoacumulador elétrico
- ☐ Caldeira a gás/gasóleo
- ☐ Caldeira a biomassa
- ☐ Bomba de calor
- ☐ Outro(s) equipamentos(s)
- ☐ Nenhum equipamento

15. 3. Tipo de vidro predominante nas janelas

Marcar apenas uma oval.

- ☐ Vidro simples
- ☐ Vidro duplo
- ☐ Vidro duplo e corte térmico

16. 4. Eletricidade: tem contratualizada a tarifa bi-horária?

Marcar apenas uma oval.

- ☐ Sim
- ☐ Não

17. 4.1. Em caso afirmativo, utiliza as horas em que a tarifa é mais reduzida:

Marcar apenas uma oval.

- ☐ Sempre
- ☐ Muitas vezes
- ☐ Algumas vezes
- ☐ Raramente
- ☐ Não utilizo

18. 5. Eletricidade: recebe a sua fatura por via eletrónica?

Marcar apenas uma oval.

☐ Sim

☐ Não

19. 6. No geral, diria que a qualidade térmica da sua habitação é:

Marcar apenas uma oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
sem qualidade	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	excelente qualidade

20. 7. Gasto mensal, aproximado, em:

Marcar tudo o que for aplicável.

	0€	até 10€	20€	30€	40€	60€	80€	100€	>100€
Eletricidade	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Água	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Gás	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

21. 8. Na sua opinião, os maiores consumos diários de energia acontecem em:

Marcar tudo o que for aplicável.

- ☐ Água quente
- ☐ Aquecimento do ambiente
- ☐ Arrefecimento do ambiente
- ☐ Eletrodomésticos
- ☐ Iluminação
- ☐ Outro

22. 8.1. Existe alguém com uma opinião diferente? Se sim, justifique identificando o(s) familiar(es): (ex: esposa, marido, filhos...)

23. 9. Em que horário julga consumir mais energia?

Marcar tudo o que for aplicável.

- ☐ 6h - 10h
- ☐ 10h - 14h
- ☐ 14h - 18h
- ☐ 18h - 22h
- ☐ 22h - 2h
- ☐ 2h - 6h

24. 10. Quanto se considera preocupado relativamente às questões de eficiência energética?

Marcar apenas uma oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
nada preocupado	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	muito preocupado

25. 11. Importância para si da eficiência energética no que respeita ao conforto da habitação?

Marcar apenas uma oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Nada importante	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Essencial

26. Importância para si da eficiência energética no que respeita ao benefícios ambientais?

Marcar apenas uma oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Nada importante	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Essencial

27. Importância para si da eficiência energética no que respeita à redução de custos?

Marcar apenas uma oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Nada importante	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Essencial

28. 12. Medidas para melhorar a eficiência energética ou reduzir custos na sua fração

Marcar tudo o que for aplicável.

	Implementou	Gostaria de implementar
Lâmpadas LED	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Eletrrodomésticos eficientes	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Equip. produção águas quentes	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Isolamento térmico	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Energias renováveis	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Autoclismos mais eficientes	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Torneiras mais eficientes	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Chuveiros mais eficientes	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Substituição/renovação tubagens	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sistemas de circulação e retorno de águas quentes	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

29. 13. Como classifica as seguintes situações no seu dia-a-dia?

Marcar apenas uma oval por linha.

	Nunca	Poucas Vezez	Muitas Vezez	Sempre
Desligo as luzes quando saio de uma divisão da casa	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Utilizo os eletrodomésticos de forma adequada	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Analiso com atenção as faturas de eletricidade, água e gás	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Quando substituo uma lâmpada fundida, utilizo LED	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Compro os eletrodomésticos tendo em conta as etiquetas energéticas	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Desligo os equipamentos, não os deixando em stand-by	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Desligo a torneira enquanto ensabo as minhas mãos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Desligo a torneira enquanto trato da minha higiene oral	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Tomo duchas rápidos e desligo a torneira quando ensabo o meu corpo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

30. 14. Até que ponto se considera uma pessoa que presta atenção às notícias relacionadas com a eficiência energética?

Marcar apenas uma oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
sem interesse	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	muito atenta

31. 15. As suas preocupações com a melhoria energética surgiram:

Marcar apenas uma oval.

- ☐ Nos últimos 20 anos
☐ Nos últimos 10 anos
☐ Nos últimos 5 anos
☐ No último ano

32. 15.1. Qual é a origem dessas preocupações?

33. 16. Como classifica a atuação dos gestores do condomínio relativamente às questões de eficiência energética?

Marcar apenas uma oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
muito insuficiente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	excelente

34. 17. Se fosse gestor do condomínio, que ações gostaria de ver tomadas relativamente à eficiência energética?

35. 18. Como classifica a hipótese de submeter o condomínio a produzir energia para todos os condóminos usufruírem?

Marcar apenas uma oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
discordo totalmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	concordo totalmente